T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
BANKACILIK VE SİGORTACILIK ENSTİTÜSÜ
SERMAYE PİYASALARI VE BORSA ANABİLİM DALI

RİSKTEN KORUNMADA OPSİYON SÖZLEŞMELERİ FİYATLANDIRMA MODELİ UYGULAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. BAŞAK TANINMIŞ YÜCEMEMİŞ

HAZIRLAYAN: ÖMER TURAL

İSTANBUL, 2008

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü

Aşağıda belirtilen lisansüstü tez, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği hükümlerinde belirtilen esaslar çerçevesinde jüri önünde savunulmuş ve jüri tarafından başarılı bulunmuştur.

TEZ BAŞLIĞI : Riskten Korunmada Opsiyon Sözleşmeleri Fiyatlandırma Modeli Uygulamaları

TÜRÜ : Yüksek Lisans

TEZİ HAZIRLAYAN : Ömer TURAL

ANABİLİM DALI : Sermaye Piyasası ve Borsa

SAVUNMA TARİHİ : 18.12.2008

JÜRİ ÜYELERİ :

GÖREVİ	**ADI SOYADI**	**İmza**
Danışman	Yrd.Doç.Dr.Başak TANINMIŞ YÜCEMEMİŞ	
Üye	Doç.Dr.Aslı YÜKSEL MERMOD	
Üye	Doç.Dr.Nadir EROĞLU	

Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü
34722 Kadıköy / İSTANBUL
0 (216) 418 20 88
0 (216) 347 69 51 (Faks)
bse@marmara.edu.tr
http://bse.marmara.edu.tr

ÖZET

1970'li yılların başına kadar klasik finansal ürünlerin işlem gördüğü para ve sermaye piyasalarında, yaşanan ekonomik krizler nedeniyle, finansal risklerden korunma ve bu riskleri kontrol altına alabilecek yeni finansal ürünlerin geliştirilme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu finansal ürünler arasında yer alan opsiyonlar, Chicago Opsiyon Borsası'nın kurulmasıyla ilk kez organize piyasalarda işlem görmüş ve küresel finans piyasalarındaki hareketliliğin artmasıyla hızla gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde opsiyon piyasaları oluşmuştur. Opsiyon sözleşmelerinin kullanımının yaygınlaşması, opsiyon fiyatlamasıyla ilgili çalışmaların da artmasına yol açmıştır. Bu çalışmada geleneksel opsiyon fiyatlama modelleri olarak adlandırılan Black- Scholes ve Binomial Modelleri'nin yanı sıra bazı gelişmiş opsiyon fiyatlama modelleri de incelenmiş, farklı modellerin avantaj ve dezavantajları yapılan uygulamayla da desteklenerek ortaya konmuştur. Uygulamada elde edilen sonuçların ışığında opsiyonlu işlemlerin Türkiye finans ve ekonomik sistemine muhtemel katkısı, hem yeni bir finansal ürün olması hem de opsiyonun kendine özgü yapısı nedeniyle getirileri göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

ABSTRACT

At money and capital markets, where only classical financial instruments were traded until the beginning of 1970's, the need to develop new financial instruments provide hedging and control risks due to economic crisis was established. Options, among these instruments, firstly traded in an organised market as Chicago Board Options Exchange was established and as global financial markets' activities spread, the organised options markets in developed and developing countries were set. The more widespread were the options, the more options pricing studies were held. Black – Scholes and Binomial Models, named traditional options pricing models in this study, and some developed options pricing models were analysed and advantages and disadvantages of these models were stated, which are also supported by the applications. In the light of applications, the future effect of options to the Turkish economic and financial systems were stated regarding the fact that options are new financial instruments and they present hedging opportunities.

İÇİNDEKİLER **sayfa no**

BÖLÜM 3
İMKB'DE HİSSE SENEDİNE YÖNELİK OPSİYON FİYATLAMA MODELİ UYGULAMASI

TABLOLAR LİSTESİ **sayfa no**

GRAFİKLER LİSTESİ

sayfa no

ŞEKİLLER LİSTESİ

sayfa no

SEMBOLLER LİSTESİ

b : İkinci Dereceden Yaklaşım Modeli'nde opsiyona tabi olan varlığın sürekli getirisi

C_d : Satın alma opsiyonunun d faktörü kadar aşağı hareket etmesi durumunda alacağı değer

C_{ij} : Opsiyonun vadesinin, uzunluğu Δt olan N parçaya bölünmesi durumunda iΔt zamanında j-nci daldaki opsiyon fiyatı ($0 \leq i \leq N$, $0 \leq j \leq i$)

C_u : Satın alma opsiyonunun u faktörü kadar yukarı hareket etmesi durumunda alacağı değer

C(S,T) : İkinci Dereceden Yaklaşım Modeli'nde Amerikan tipi opsiyon fiyatı

c(S,T) : İkinci Dereceden Yaklaşım Modeli'nde Avrupa tipi opsiyon fiyatı

D_i : i dönemi sonunda kar payı değeri

dB_t : Gaussian dağılımı fonksiyonu

dW_t : Wiener sürecindeki artış

e : Doğal logaritmik fonksiyonunun tabanı ~ 2.71828

E(S_T) : T sürede beklenen hisse senedi fiyatı

f(k,λ) : Poisson dağılımı = Olasılığı λ olan olayın k sayıda gerçekleşme olasılığı

g(z,n) : Gamma yoğunluk fonksiyonu

G(w,n) : Tamamlayıcı gamma fonksiyonu

ln : Doğal logaritmik fonksiyon

N(d) : Kümülatif normal olasılıkları

p : Binomial Modeli'nde hisse senedi fiyatının yukarı doğru hareketlenme olasılığı

P_d : Satma opsiyonunun d faktörü kadar aşağı hareket etmesi durumunda alacağı değer

P_u : Satma opsiyonunun u faktörü kadar yukarı hareket etmesi durumunda alacağı değer

P_i, i=1,2	: Stokastik Volatilite Modeli karakteristik fonksiyonu
S_d	: Hisse senedi fiyatının d faktörü kadar aşağı hareket etmesi durumunda alacağı değer = S(1+d)
S_i	: i dönemi sonundaki hisse senedi kapanış fiyatı
S_u	: Hisse senedi fiyatının u faktörü kadar yukarı hareket etmesi durumunda alacağı değer = S(1+u)
U_i	: Günlük getiri = $\ln(S_i / S_{i-1})$
v	: Vega
V_d	: Hisse senedi fiyatının d faktörü kadar aşağı hareket etmesi durumunda portföyün alacağı değer
V_u	: Hisse senedi fiyatının u faktörü kadar yukarı hareket etmesi durumunda portföyün alacağı değer
W_t	: Wiener süreci
Δt	: Periyot uzunluğu
δ	: 1. Delta 2. Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'nde anlık standart sapma
$\varepsilon_c(S,T)$	: İkinci Dereceden Yaklaşım Modeli'nde erken opsiyon kullanma primi
ϕ	: (Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'nde) = 2ψ -2
Γ	: Gamma
λ	: 1. (Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'nde) = $2r / \delta^2 \phi\,(e^{\phi rt} - 1)$ 2. (Jump-Diffusion Modeli'nde) Sıçrama olasılığı
μ	: Ortalama
π	: Pi sayısı ~ 3.14159
θ	: 1. Theta 2. Stokastik Volatilite Modeli'nde volatilitenin uzun dönemli volatiliteye dönme hızı

ρ	: Rho
σ	: Opsiyona konu olan varlığın fiyatının değişkenliği (volatilitesi)
τ	: Zaman aralıklarının yıl cinsinden değeri
ω	: Stokastik Volatilite Modeli'nde uzun dönemli volatilitenin ortalaması
ψ	: Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'nde anlık standart sapma ile hisse senedi arasındaki bağıntıyı sağlayan parametre
ζ	: Stokastik Volatilite Modeli'nde volatilite sürecinin volatilitesi
∂	: Kısmi türev

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
a.g.e	:Adı geçen eser
b.	:Baskı sayısı
C	:Opsiyona konu olan varlığın satın alma opsiyonu fiyatı
CBOE	:Chicago Opsiyon Borsası Kurulu (Chicago Board Options Exchange)
CBOT	:Chicago Ticaret Kurulu (Chicago Board of Trade)
CEV	:Constant Elasticity of Variance
EREGL	:Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş. Hisse Senedi (İMKB işlem kodu)
F	:Sözleşmeye konu olan varlığın vade sonu forward fiyatı
FFT	:Fast Fourier Transform
İAB	:İstanbul Altın Borsası
İMKB	:İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İTB	:İzmir Ticaret Borsası
K	:Opsiyonun kullanım (uygulama) fiyatı
LIBOR	:Londra Bankalararası Ödünç Verme Oranı (London Interbank Offered Rate)
LPP	:Ödeme Periyotu Uzunluğu (Length of the Payment Period)
m.	:Madde
NP	:Teorik Anapara (Notional Principal)
OEX	:Standart & Poors -100 Endeksi işlem kodu
P	:Opsiyona konu olan varlığın satma opsiyonu fiyatı
r	:Risksiz Faiz Oranı
RG	:Resmi Gazete
s.	:Sayfa
S	:Opsiyona konu olan varlığın spot piyasa fiyatı
SFB 649	:Birleşik Araştırma Merkezi 649: Ekonomik Risk (Sonderforschungsbereich 649: Ökonomisches Risiko)
SPK	:Sermaye Piyasası Kurulu
SPX	:Standart & Poors -500 Index (işlem kodu)
T	:Vade bitimine kadar olan zaman
TSPAKB	:Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği
V	:Portföy değeri

VOB	:Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
VOBAŞ	:Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Anonim Şirketi
XMI	:Major Market Index (işlem kodu)
YTL	:Yeni Türk Lirası

GİRİŞ

Son dönemde dünya ekonomisindeki küreselleşme ivmesinin artması ve yüksek teknolojinin gelişmekte olan ülkelerde de yaygınlaşması nedeniyle ileri finansman teknikleri ve ürünleri dünyada hızla yayılmaktadır.

1970'li yılların başına kadar klasik finansal ürünlerin kullanıldığı para ve sermaye piyasalarında, Bretton Woods sisteminin çöküşü ve yaşanan petrol krizleri, finansal risklerin azaltılması ve yönetiminde kullanılması gereken yeni finansal araçların ihtiyacını ortaya koymuştur. Bu dönemde finansal risklerden korunma amacıyla ilk organize vadeli işlem piyasaları Amerika Birleşik Devletleri'nde faaliyete geçmiş ve ülkedeki başarılı uygulama dönemi, diğer gelişmiş ülkelerde de organize vadeli işlem ve opsiyon piyasalarının kurulmasını sağlamıştır.

Finansal risklerden korunmada kullanılan türev araçlardan biri olan opsiyonlar da ilk olarak 1973 yılında Chicago Opsiyon Borsası'nın açılmasıyla organize piyasada işlem görmeye başlamış, bunu diğer gelişmiş ülkelerde opsiyon borsalarının açılması takip etmiştir. Küreselleşme sürecinde gelişmekte olan ülkeler, yatırımı çekebilmek için gelişmiş risk yönetim araçlarını kullanan ülkelerin finansal piyasalarını ve tekniklerini örnek alarak opsiyonun da yer aldığı türev piyasaların kendi ülkelerinde yayılmasını sağlamışlardır.

Gelişmekte olan ülke statüsünde yer alan Macaristan, Hindistan, Polonya, Romanya ve Rusya'nın ardından, Türkiye de 1999 yılında Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın temellerinin atılması ve 2005 yılında faaliyete geçmesi ile türev piyasaların yer aldığı ülkeler arasında yer almıştır. VOB'da günümüzde öncelikli olarak vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmeye başlamış, opsiyonlarla ilgili sözleşmelerin daha sonraki aşamada devreye girmesi planlanmıştır.

Opsiyonların bu denli yaygınlaşması opsiyon fiyatlama modellerine olan ilgiyi de arttırmış, konu hakkında bir çok akademik çalışma gerçekleştirilmiştir.

1972 -73 yıllarında Fischer Black ve Myron Scholes tarafından oluşturulan opsiyon fiyatlama modeli, finans dünyası için devrim niteliğinde olup günümüzde de kullanılmaktadır. Robert Merton, Black-Scholes modelini geliştirmiş ve teoriyi ileriye taşımıştır. 1979 yılında John Cox, Stephen Ross ve Mark Rubinstein tarafından ortaya konulan Binomial model, opsiyon fiyatlamasının temel taşlarından biri olmuştur. Bu tarihten sonra daha çok Black-Scholes modelindeki varsayımlara alternatif yaklaşım getirilerek birçok model oluşturulmuştur. Bu modellerin en önemlileri arasında John Hull ve Alan White (1987) tarafından oluşturulan ve Steven L. Heston (1993) tarafından geliştirilen Stokastik Volatilite Modeli ve 1987 yılında Giovanni Barone-Adesi ve Robert Whaley tarafından ortaya konan İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu (The Quadratic Approximation Method) yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, opsiyon fiyatlama teorilerini detaylı bir şekilde incelemek ve söz konusu teorilerin eksik yanlarına karşı hangi yaklaşımların getirildiğini incelemektir. Çalışmada geleneksel opsiyon fiyatlama modelleri ve gelişmiş opsiyon fiyatlama modelleri incelenmiş, bunun dışında risk yönetimi amacıyla oluşturulan karmaşık finansal ürünlerin arasında yer alan egzotik opsiyonların en yaygın olarak kullanılan türlerine değinilmiştir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Riskten Korunmada Opsiyon Sözleşmelerine Yönelik Kavramsal ve Tarihsel Çerçeve başlıklı birinci bölümde; risk kavramı ve risk yönetimi araçları açıklandıktan sonra risk yönetimi araçlarından opsiyonlara ait temel kavramlar ile opsiyon türleri, taraflarına, vadelerine, dayanak varlığa ve karlılığa göre incelenmiş, opsiyonun tarafları ortaya konmuştur. Bu bölümde ayrıca, opsiyon işlemlerinin tarihi gelişimi ve Türkiye'de opsiyon işlemleri ve opsiyon işlemleriyle ilgili yasal düzenlemelere de değinilmiştir.

Opsiyon Fiyatlama Modelleri başlıklı ikinci bölümde; opsiyon fiyatlama modellerinin gelişimi ve opsiyon primini etkileyen faktörler ele alındıktan sonra opsiyon fiyatlama modelleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Opsiyon fiyatlama modelleri üç ana başlıkta incelenmiştir: Geleneksel Opsiyon Fiyatlama Modelleri, Gelişmiş Opsiyon Fiyatlama Modelleri ile Egzotik Opsiyonlar ve Fiyatlama Modelleri. Opsiyon Fiyatlama Modelleri bölümünün ilk kısmında geleneksel opsiyon fiyatlama modelleri olan Black-Scholes ve Binomial modelleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Black-Scholes modelinin temel varsayımları, riske duyarsız değerleme yaklaşımları, tarihi değişkenliğin hesaplanması ve risk yönetiminde kullanılan terimler incelenmiş, kar payı dağıtımının opsiyon fiyatına nasıl yansıyacağı da açıklanmıştır. Binomial modelde ise tek dönemli, iki dönemli ve çok dönemli modellerde opsiyon fiyatının hesaplanması incelenmiş, kar payı ödemesi durumunda ve döviz, faiz ve futures sözleşmelerinde modelin kullanımına değinilmiştir. Opsiyon Fiyatlama Modelleri bölümünün ikinci kısmında ise, gelişmiş opsiyon fiyatlama modellerinden Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli, Sıçramalı Süreç Modeli, Stokastik Volatilite Modeli ve İkinci Dereceden Yaklaşım Modelleri, varsayımları ve opsiyon fiyatlamasında kullanılan parametre ve formülleriyle birlikte incelenmiştir. Bu bölümde gelişmiş opsiyon fiyatlama modellerinin geleneksel opsiyon fiyatlama modellerinden farklı olan varsayımlarının gerçekçi sonuçlar çıkarabilme olasılıkları ve bu modellerin pratikliği de sorgulanmıştır. Opsiyon Fiyatlama Modelleri bölümünün son kısmında; gelişmiş finansal ürünler arasında yer alan egzotik opsiyonlardan cap, floor, collar ve caption opsiyonları incelenmiş ve fiyatlamalarına değinilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; İMKB'de işlem gören bir hisse senedi için farklı opsiyon fiyatlama modelleri ile opsiyon primi hesaplanmış, bu uygulamanın ışığında farklı opsiyon fiyatlama modellerinin karakteristikleri ve hangi modellerin daha uygun sonuçlar verebileceği tartışılmıştır. Bu bölümde ayrıca opsiyonlu işlemlerin Türkiye açısından muhtemel ekonomik ve finansal etkilerine değinilmiştir.

BÖLÜM 1
RİSKTEN KORUNMADA OPSİYON SÖZLEŞMELERİNE YÖNELİK KAVRAMSAL VE TARİHSEL ÇERÇEVE

1.1. Risk Kavramı

Risk, genel olarak gerçekleşmesi istenmeyen ya da kaçınılan bir hasar ya da hasarın neden olduğu olumsuz etkinin meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir. Risk kavramı, belirsizlik kavramıyla iç içe olarak algılansa da 20. yüzyılın önemli ekonomistlerinden Frank Knight; "Risk, Uncertainity and Profit" adlı eserinde riskle belirsizlik kavramlarını kesin çizgilerle ayırmıştır ve bu yaklaşımı yaygın kabul görmüştür. Knight'a göre risk, ölçülebilir ve belirli bir sigorta maliyeti karşılığında kontrol edilebilir dışsal bir değişken iken belirsizlik, kesinlikle ölçülemeyen ve eksik bilgi kaynaklı dahi olsa yeri bilgiyle doldurulamayan dışsal bir değişkendir.[1] Riskin yatırımcılar ve işletmeler için her zaman var olduğu ve ticari hayatın bir parçası olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Yatırımcılar için, yatırımlarının karşılığının alınmasına yönelik riskler, finansman kuruluşları için kredi riskleri öne çıkarken, işletmeler için riskler, genel olarak mala ilişkin, ödemeye ilişkin ya da fiyata ilişkin riskler olarak sınıflandırılabilir.

a. Mala İlişkin Riskler

İşletmeler için öne çıkan risk unsurlarından mala ilişkin riskler; malı alan kişiler için malın nakliyesi ve malın teslim edilmesine kadar oluşabilecek, malın bozulması, çalınması, fiziki hasar görmesi, deprem, kaza gibi unsurlara maruz kalması olarak öne çıkmaktadır.

Malı satan kişi ya da işletmeler için de nakliye esnasında karşılaşılan riskler ve malın niteliklerinin alıcının isteğine uygunluğu temel risklerdendir.

b. Ödemeye İlişkin Riskler

Mal ve hizmetlerin satışında ortaya çıkan risklerden bir diğeri de ödemeye ilişkin riskler olmaktadır. Alıcının mal veya hizmet bedelini herhangi bir nedenle zamanında ödeyememesi ödememe (ticari) risk olarak adlandırılırken, bir ülkede gerçekleşen savaş, iç karışıklık, darbe gibi nedenler dolayısıyla alıcının ödemeyi gerçekleştirememesi politik risk olarak adlandırılmaktadır. Ödemeye ilişkin ortaya çıkan diğer riskler ise ödeme zamanı geldiğinde o

[1] Frank Hyneman Knight, **Risk, Uncertainty and Profit,** New York: Cosimo Classics, 2005, s.20.

ülkenin konvertibl dövizlerindeki sıkıntı nedeniyle transferin gerçekleşmemesiyle oluşan transfer riski ve ödeme zamanı geldiğinde alıcı veya satıcının ülkesinde söz konusu mala uygulanan ek vergi, fon ya da gümrük vergisi oranlarındaki değişme nedeniyle ortaya çıkan mali risktir.

c. Fiyata İlişkin Riskler

Mal ve hizmet satışında ortaya çıkan diğer risk fiyata ilişkin ortaya çıkmaktadır. Fiyata ilişkin riskler, ticareti yapılan mal, hizmet ya da yatırım yapılan aracın fiyatında oluşan hareketlenmenin oluşturduğu risk, kur riski ve faiz riski olarak sınıflandırılabilir.

1.2. Riskten Korunma Yöntemleri

İşletmeler ve yatırımcılar, maruz kaldıkları risklere karşı çeşitli enstrümanlar kullanarak bu risklerden korunmayı amaçlarlar. Riske karşı kullanılan başlıca enstrümanlar şunlardır[2]:

- Sigorta
- Hedging
- Mal borsalarında yapılan işlemler
- Spot döviz piyasalarında yapılan işlemler
- Vadeli işlemler
- Opsiyonlu işlemler
- Sendikasyon kredileri

Riskten korunma yöntemlerinden biri olan sigorta, mala ilişkin risklere karşı en etkili yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ticareti yapılan mala sigorta yapılarak, söz konusu malın teslimine kadar oluşabilecek hasarların oluşturacağı risklere karşı önlem alınmaktadır.

Riskten korunmanın bir diğer yöntemi olan hedging, istenmeyen işletme ya da yatırım risklerini minimize etmek için kullanılan bir stratejidir. Bu strateji, satın alınan sermaye piyasası aracıyla pozitif korelasyona sahip ürün ya da ürünlerin satılarak riskin azaltılması temeline dayanır. Hedging, spot piyasalarda yapılabileceği gibi türev piyasalarda da gerçekleştirilebilir.

Riskten korunmada kullanımı giderek yaygınlaşan bir diğer yöntem de vadeli işlemlerdir.

[2] TSPAKB,**Sermaye Piyasası Faaliyetleri İleri Düzey Lisansı Eğitim- Finansal Yönetim Notları 2008**, http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5- b282c6475cdb7ee7/ETM_lisanslama_egitim_ kilavuzlari_ileri_duzey_finyonetim_200810.pdf (7 Kasım 2008),s21.

Vadeli işlemler, herhangi bir malın veya finansal aracın ilerideki bir tarihte teslimatı veya nakit uzlaşması yapılmak üzere bugünden alım satımının yapılmasıdır. Vadeli (türev) piyasa ürünleri dört çeşitte sınıflandırılabilir:

- Futures (Vadeli işlem sözleşmeleri)
- Forward
- Options (Opsiyonlar)
- Swap (Takas sözleşmeleri)

Türev ürün, bir veya daha fazla temele (varlık veya işleme) dayanan menkul kıymet olarak tanımlanabilir.[3]

Türev ürünlerinden forward ve swap sözleşmeleri tezgah üstü piyasalar[4] olarak adlandırılan organize borsaların dışındaki piyasalarda, sözleşmeye konu olan malın ya da finansal ürünün fiyatı, miktarı ve vadesi gibi hususlarının işlemi gerçekleştiren taraflarca belirlenmesiyle gerçekleşir. Forward ve swap sözleşmelerinde alıcı ve satıcı tarafların ihtiyaçlarına göre vade, büyüklük gibi unsurları serbestçe belirleyebilme imkanı tanınmasına karşın, bu sözleşmelerin organize piyasalarda gerçekleşmemeleri nedeniyle takas garantisi bulunmamakta ve taraflar kredi riskiyle karşı karşıya kalabilmektedirler.

Vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri ise organize borsalarda yapılmaktadır. Bu sözleşmelerle ilgili vade, sözleşme büyüklüğü, alınacak teminatlar, fiyat adımları gibi işlem ölçüleri ilgili borsalar tarafından tespit edilmektedir. Organize borsalarda işlem gören vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin standartlaştırılmasının en önemli nedeni piyasaların likit olmasını sağlamaktır.

1.2.1. Riskten Korunmada Opsiyon Sözleşmeleri

Türev ürünler arasında yer alan opsiyon sözleşmeleri, yapıları gereği temel kullanım alanı spekülasyondan ziyade riskten korunma olarak öne çıkmaktadır.

[3] Nassim Taleb, **Dynamic Hedging: Managing Vanilla and Exotic Options**, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997, s.9.

[4] Tezgah üstü piyasalar (Over the Counter Markets): Organize olmayan, belli bir yapı altında toplanmayan piyasalardır. İşlemler karşılıklı anlaşma yoluyla gerçekleştirilir.

1.2.1.1.Opsiyonun Tanımı

Opsiyon (option), Latince kökenli bir sözcük olup, seçme, tercih, seçenek anlamlarına gelmektedir. Ekonomik kavram olarak da, emtia, döviz, menkul değer gibi ekonomik veya mali varlığı belirli bir sürede sabit fiyattan alma veya satma hakkı veren mali araçlar için kullanılır.[5]

Opsiyon sözleşmesi, sözleşmeyi elinde bulunduran kişiye sözleşmede belirtilen kıymeti (döviz, hisse senedi, v.b) önceden belirlenmiş bir fiyattan, önceden belirlenmiş bir tarihe kadar veya belirli bir tarihte alma veya satma hakkı veren sözleşmesidir.[6]

Genel anlamda opsiyon, satın alan tarafa herhangi bir ürünün fiyatını bugünden sabitlemek koşulu ile bu ürünü ileride bir vadede satın alma ya da satma hakkını veren bir anlaşmadır.[7] Opsiyonu satın alan taraf aldığı bu hak karşılığında satıcıya prim adı verilen tutarı ödemek durumundadır. Bu prim karşılığında opsiyon sözleşmesi, alıcı taraf açısından bir hak sağlamakta, buna karşılık satıcı tarafı, bu hakkı satan taraf olarak yükümlülük altına sokmaktadır. Elde edilen bu hakkı kullanıp kullanmamak opsiyon alıcısının istemine bağlı olduğu halde, satıcının seçme şansı yoktur.

Opsiyon sözleşmelerinde yer alan temel unsurlar şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Opsiyonun türü (satın alma veya satma opsiyonları)
- Teslim edilecek mal
- Malın fiyatı
- Malın miktarı
- Opsiyon sahibinin işlem hakkını kullanabileceği zaman aralığı

Finansal piyasalarda giderek yaygınlaşan ve giderek karmaşık türleri geliştirilen opsiyon sözleşmelerinin, pratikte günlük hayatta da karşılıkları bulunmaktadır. Tezgah üstü piyasalarda bankaların müşterilerine döviz opsiyonları sunması, havayolu şirketlerinin müşterilerine ileri tarihli uçuşları için ucuz bilet satma opsiyonları sunması bu sözleşmelere örnek olarak verilebilir.

---

[5] Halil Seyidoğlu, **Uluslararası Finans**, İstanbul: Güzem Yayınları, 2001, s.172.
[6] Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, RG: 23.02.2001/ 24307, m. 3.
[7] Muharrem Karslı, **Sermaye Piyasası Borsa Menkul Kıymetler**, İstanbul: İMKB Yayınları, 1989, s.210.

1.2.1.2. Opsiyonların Temel Özellikleri Ve Kullanım Alanları

Opsiyonlar, kendisini diğer menkul kıymetlerden ve türev ürünlerden ayıran belirli özelliklere sahiptir. Bunların başında opsiyon sözleşmelerinin kullanıcı tarafından kullanılmama hakkının bulunmasıdır. Opsiyonların diğer finansal ürünlerde olmayan önemli bir özelliği de opsiyon priminin bulunmasıdır. Bu temel farklar, opsiyon sözleşmelerini, çeşitli durumlarda taraflar için avantajlı kılmaktadır.

Opsiyon primi, opsiyon sözleşmesi alan tarafın, sözleşmeyi satan tarafa ödediği ve karşılığında opsiyona konu olan varlığı kullanıp kullanmama hakkı tanıyan ücrettir. Opsiyona konu olan varlığın kullanılmaması durumunda, opsiyon alıcısının ödediği prim kadar kaybı olur, opsiyon satıcısı da opsiyon primi kadar kar etmiş olur.

Opsiyonlar, türlerine göre farklı alanlarda kullanılmaktadır. Ancak, opsiyonlar farklı alanlarda kullanımlarına karşın genel olarak riskten korunma ve yatırım aracı olarak kullanılırlar. Örneğin, döviz opsiyonları döviz riskinden korunmak ve spekülasyon için kullanılmaktadır. İhracattan dolayı dolar alacağı olan bir işletme döviz kuru riskinden korunmak amacıyla dolar alım opsiyonu satışı veya dolar satım opsiyonu alımı yapabilir.

Döviz opsiyonları yabancı ülkelerdeki ihalelerde de kullanılabilir. Böylece, işletme ihalenin sonuçlanmasına kadar geçecek süredeki döviz kuru dalgalanmalarından etkilenmemiş olur. Öte yandan döviz opsiyonları spekülasyon amacıyla da kullanılmaktadır. Örneğin, doların YTL cinsinden fiyatının artacağını düşünen bir yatırımcı satın alma opsiyonu satın alabilir. Beklentisi gerçekleşirse yatırımcı opsiyon hakkını kullanarak kar elde edebilir.

Faiz opsiyonları faiz dalgalanmalarından kaynaklanan risklerden korunmayı veya kar elde etmeyi sağlayan araçlardır. Faiz opsiyonları büyük ölçüde bankalar tarafından satılmaktadır.

Opsiyonlar korunma amaçlı olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bu durumda opsiyonlar minimum getiriyi garanti etmektedirler. Özellikle hisse senedi yatırımları, olası fiyat düşüşlerine karşı opsiyon sözleşmeleriyle sigortalanabilmektedir.

1.2.1.3. Opsiyon İşlemlerinde Taraflar

Opsiyonlarda iki taraf bulunmaktadır:

- Opsiyon sahibi (Alıcı)

- Opsiyon yazıcısı (Satıcı)

Alıcı ve satıcı, finansal varlığın gelecekteki fiyatının yönü hakkında karşıt görüşlere sahiptirler. Bu karşıtlık opsiyon piyasalarının oluşmasının temel nedenidir.

1.2.1.3.1. Opsiyon Sahibi (Alıcısı)

Opsiyon sahibi (alıcısı); opsiyon sözleşmesine konu olan varlığı, belli bir prim karşılığında sözleşmede belirtilen süre içerisinde kullanma hakkına sahip olan kişidir. Opsiyon alıcısı, opsiyonun vadesi içerisinde aldığı opsiyonu kullanabilir, opsiyonu kullanmayarak ödediği prim kadar zarar edebilir veya elinde bulundurduğu opsiyon sözleşmesini satabilir. Yani alıcının maksimum zararı da ödediği prim kadardır. Kazancı ise teorik olarak sınırsız olmaktadır.

Opsiyon sahibinin, opsiyon sözleşmesi alarak "uzun pozisyon" aldığı ifade edilir. Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmeliğe göre;

> "Alım opsiyonuna ilişkin uzun pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktarda satın almak ya da nakdi uzlaşmada bulunmak hakkına sahiptir. Satım opsiyonuna ilişkin uzun pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktardan satmak ya da nakdi uzlaşmada bulunmak hakkına sahiptir." [8]

1.2.1.3.2. Opsiyon Yazıcısı (Satıcısı)

Opsiyon yazıcısı (satıcısı); opsiyon sözleşmesini belirli bir prim karşılığında hazırlayıp satmakla yükümlülük altına giren taraftır. Opsiyon sahibinin elde ettiği hakları kullanmak istemesi durumunda sözleşmede yer alan yükümlülüğü yerine getirmek zorundadır. Opsiyon yazıcısının maksimum karı sözleşmenin primi kadarken, zararı teorik olarak sınırsızdır.

Opsiyon yazıcısının, opsiyon sözleşmesi yazarak "kısa pozisyon" aldığı ifade edilir. Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmeliğe göre;

> "Alım opsiyonuna ilişkin kısa pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirlenen miktardan satmak ya da nakdi uzlaşmayı sağlamakla yükümlüdür. Satım opsiyonuna ilişkin kısa pozisyon sahibi, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içinde sözleşmeye konu teşkil eden varlığı, sözleşmede belirtilen fiyattan ve belirtilen miktardan satın almak ya da nakdi uzlaşmayı sağlamakla yükümlüdür"[9]

---

[8] Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, RG: 23.02.2001/ 24307, m. 31.

[9] Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, RG: 23.02.2001/ 24307, m. 32.

Opsiyon yazıcısı, opsiyonun vadesi içerisinde alıcının hakkını kullanmak istemesi üzerine yükümlülüğünü yerine getirebilir, alıcının hakkını kullanmamak istemesi üzerine aldığı prim kadar kar elde edebilir, ya da satmış olduğu opsiyonu geri alarak pozisyonunu kapatabilir.

1.2.1.4. Opsiyon Türleri

Opsiyonlar, taraflarına göre, vadelerine göre, dayanak varlığına göre ve karlılığa göre sınıflandırılabilir.

1.2.1.4.1. Taraflarına Göre Opsiyon Türleri

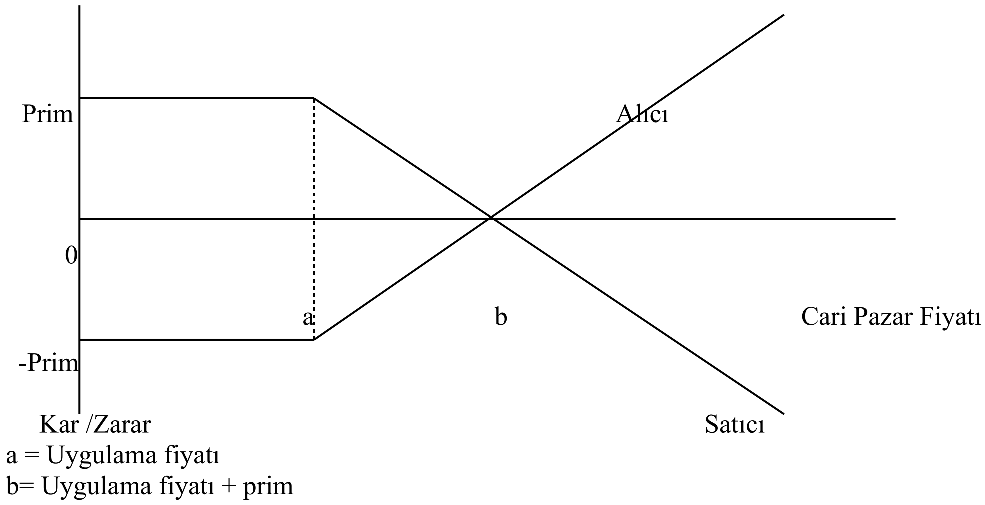
Opsiyon sözleşmeleri, taraflarına göre iki çeşit olarak yapılır:

- Satın alma opsiyonu (Call Options)
- Satma opsiyonu (Put Options)

1.2.1.4.1.1. Satın Alma Opsiyonu (Call Options)

Satın alma opsiyonu, alıcısına opsiyona konu olan dayanak varlığı, belli bir miktarda, anlaşmada belirlenen tarihte ya da öncesinde belirli bir fiyattan istediği takdirde satın alma hakkını veren sözleşmedir.

Bir yatırımcı gelecekte, ilgilendiği menkul kıymetin fiyatının yükseleceğini düşünüyorsa, bugünden ilgili menkul kıymetin fiyatını sabitlemek için satın alma opsiyonu satın alır. Vade geldiğinde opsiyon alıcısı, spot piyasadaki menkul kıymetin fiyatı ile opsiyon sözleşmesindeki fiyatı karşılaştırarak opsiyonu kullanıp kullanmayacağına karar verir. Eğer sözleşmede anlaşmaya varılan fiyat piyasadaki fiyattan düşükse opsiyonu kullanmak karlı olacağından opsiyon alıcısı, opsiyon satıcısından yükümlülüğünü yerine getirmesini ister.[10]



Şekil 1.1: Satın Alma Opsiyonu Kar/Zarar Grafiği

Kaynak: www.baskent.edu.tr/~gurayk/ (20 Mayıs 2008)

[10] Max Ansbacher, **The New Options Market**. 4. ed. New York: John Wiley and Sons, 2000,s.8.

Grafikte de görüldüğü gibi, opsiyon alıcısının kara geçebilmesi için hisse senedinin cari pazar fiyatının, uygulama fiyatıyla primin toplamını geçmesi gerekmektedir. Opsiyon satıcısı ise hisse senedinin cari pazar fiyatının uygulama fiyatıyla primin toplamını geçtiği noktadan itibaren zarar etmeye başlamaktadır. Bu noktadan sonra hisse senedindeki artış, opsiyon alıcısının karını ve opsiyon satıcısının zararını arttırmaktadır.

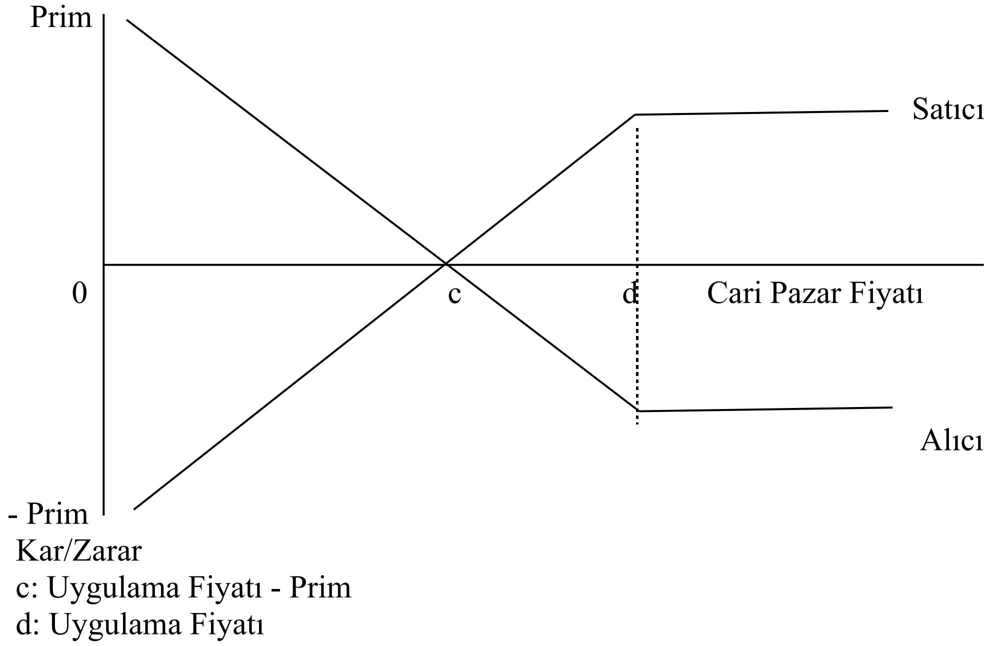
Piyasa fiyatı 65 YTL olan bir X hisse senedi üzerine 80 YTL işlem fiyatlı ve 3 YTL opsiyon fiyatlı (prim) bir opsiyon sözleşmesi yazıldığını varsayalım. Bir kişi ileride bu hisse senedinin fiyatının artacağını düşünüyorsa bu alım opsiyonunu alacaktır. Vade sonunda hisse senedinin fiyatı 80 YTL'nin üzerine çıkarsa alıcı opsiyonu kullanacaktır. Eğer vade sonunda hisse senedinin fiyatı 80 YTL'nin altında olursa opsiyon yazıcısının beklentisi gerçekleşmiş olacak ve alıcı, ödediği prim kadar zarar etmiş olacaktır.

1.2.1.4.1.2. Satma Opsiyonu (Put Options)

Satım opsiyonu, opsiyonu alan tarafa belirli bir vadede veya belirli bir vadeye kadar, önceden belirlenen fiyat, miktar ve nitelikte ekonomik veya finansal göstergeyi, sermaye piyasası aracını, malı, kıymetli madeni ve dövizi satma hakkı veren (ancak satmaya zorunlu tutmayan), satan tarafı ise opsiyon alıcısının talebi halinde satmaya yükümlü kılan sözleşmeyi ifade eder.

Satma opsiyonu satın alan taraf, opsiyona konu olan varlığın fiyatının düşeceğini düşünmektedir. Opsiyon alıcısının beklentisi doğru çıktığı takdirde elindeki menkul kıymetleri piyasaya göre daha yüksek fiyattan opsiyon yazıcısına satma hakkı doğacaktır. Elinde menkul kıymet yoksa piyasadan daha ucuz fiyattan menkul kıymeti satın alıp opsiyon yazıcısına satarak kar etmesi de mümkündür. Ancak fiyatlar alıcının beklediği yönde gelişmezse, yani fiyatlar yükselirse opsiyonu kullanmak alıcı için karlı olmayacaktır. Piyasada daha yüksek fiyata menkul kıymetlerini satabilecekken daha düşük fiyata opsiyon yazıcısına satmak istemeyecek, dolayısıyla opsiyondan doğan hakkını kullanmayacaktır. Bu durumda ödediği prim kadar bir zararı söz konusu olacaktır. Opsiyonun yazıcısının beklentisi alıcının tam ters yönündedir. Gelecekte fiyatların yükseleceğini beklediğinden opsiyonun kullanılmayacağını veya fiyatın aldığı prim kadar yükselmeyeceğini tahmin etmekte ve aldığı prim kadar kar etmeyi hedeflemektedir. Fiyatlar kısa tarafın beklentilerinin aksine bir gelişim gösterirse opsiyonu alan taraf opsiyonu kullanmak isteyecek ve opsiyonu yazan için zarar oluşacaktır. Dolayısıyla, satım opsiyonu almış olan taraf söz konusu varlığı satabileceği minimum bir fiyatı garantilemiş olmaktadır. [11]

Satma opsiyonlarında işlem fiyatı, satın alma opsiyonlarının aksine opsiyona konu olan varlığının cari fiyatının altında belirlenir.



Şekil 1.2: Satma Opsiyonu Kar/Zarar Grafiği

Kaynak: www.baskent.edu.tr/~gurayk/ (20 Mayıs 2008)

*Alıcının Maksimum Karı = (Uygulama Fiyatı – Prim),

Alıcının Maksimum Zararı = Primdir

Satıcının Maksimum Karı = Prim,

Satıcının Maksimum Zararı = (Uygulama Fiyatı – Prim) dir.

Grafikte, satma opsiyonunda opsiyon satıcısının, cari pazar fiyatı uygulama fiyatı-prim fiyatını geçmeye başlarken kara geçtiği ve uygulama fiyatına ulaştığı anda maksimum kara ulaştığı görülmektedir.

Piyasa fiyatı 30 YTL olan bir Y hisse senedi üzerine uygulama fiyatı 20 YTL ve 3 YTL opsiyon fiyatlı (prim) bir opsiyon sözleşmesi yazıldığını varsayalım. Y hisse senedinin fiyatının düşeceğini tahmin eden kişi bu satma opsiyonunu alacaktır. Eğer hisse senedinin fiyatı uygulama fiyatı – prim değeri olan 17 YTL'nin altına inerse opsiyon alıcısı kara geçecektir. Hisse senedi fiyatının değerindeki daha büyük düşüşler opsiyon alıcısının karını arttıracaktır.

[11] Güray Küçükkocaoğlu, "Türev Piyasaları- Swap ve Options", 2008.Başkent Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü. http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/ (20 Mayıs 2008)

1.2.1.4.2. Vadelerine Göre Opsiyon Türleri

Opsiyon sözleşmeleri, vadelerine göre Amerikan ve Avrupa tipi olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu sınıflandırma, opsiyonun vadesi içerisindeki kullanım durumuna göre yapılmıştır.

a. Amerikan Tipi Opsiyonlar

Alıcısına satın alındığı günden vade sonuna kadar herhangi bir zaman kullanılabilme hakkı tanınan opsiyonlar, Amerikan tipi opsiyon olarak nitelendirilirler.[12] Opsiyon sahibine zaman açısından esneklik sağlamasından dolayı genellikle Amerikan opsiyonları Avrupa opsiyonlarından daha değerlidir. ABD'de tüm menkul kıymet opsiyonları Amerikan tipindedir. Güncel olan OEX indeks (S&P 100 Index) opsiyonu da Amerikan tipindedir.

b. Avrupa Tipi Opsiyonlar

Kullanıcının opsiyonu ancak vadesinde icra edebilme zorunluluğunun bulunduğu opsiyon tipidir. Avrupa tipi opsiyonlarda, opsiyon vadesinden önce kullanılamaz. ABD'de SPX Endeks opsiyonu (S&P 500 Endeks) ve XMI Endeks Opsiyonu (Major Market Endeks) Avrupa tipindedir.

Tüm dünyada opsiyon sözleşmelerinin alım-satımının yapıldığı organize piyasalarda ağırlık Amerikan tipi opsiyonlarda olmasına karşın, tezgah üstü piyasalarda alım-satımı yapılan sözleşmelerin çoğunluğu Avrupa tipi opsiyon sözleşmeleridir.[13]

1.2.1.4.3. Dayanak Varlığa Göre Opsiyon Türleri

Opsiyon sözleşmeleri aşağıdaki kıymetler üzerinden yapılabilir:

- Hisse senedi ve hisse senedi gelecek sözleşmesi
- Endeks menkul kıymetler ve hisse senedi fiyat endeksi gelecek sözleşmesi
- Hazine bonosu ve devlet tahvili gelecek sözleşmesi
- Döviz ve döviz gelecek sözleşmesi
- Faiz ve faiz oranı gelecek sözleşmesi
- Emtia ve emtia gelecek sözleşmesi
- Borçlanma araçları

Opsiyon sözleşmeleri arasında en yaygın olarak kullanılanlar, hisse senedi opsiyonları, endeks opsiyonları, gelecek sözleşmeleri üzerine opsiyonlar, döviz opsiyonları, faiz opsiyonları ve emtia opsiyonlarıdır. Aşağıda bu opsiyon türleri açıklanmıştır.

[12] İMKB, **Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu**, 20.b., İstanbul: İMKB Yayınları, 2008,s.476.
[13] Gordon Gemmill, **Options Pricing: An International Perspective**, London: Mc Graw-Hill, 1993,s.6.

a. Hisse Senedi Opsiyonları

Hisse senedi opsiyonları sahiplerine belirli bir hisse senedini önceden belirlenmiş bir fiyattan, belirli bir süre içinde satın alma veya satma hakkı veren sözleşmelerdir. Opsiyonların hisse senetlerini ihraç etmiş işletmelerle hiçbir ilgisi yoktur. Bunlar, söz konusu işletmelerin hisse senetlerinin değerleri üzerine girilmiş birer bahis olarak da görülebilir. Opsiyon konu teşkil eden hisse senedinin işletme unvanı, tertibi, kupürü vs gibi bilgileri taşıması gerekir.

Hisse senedi opsiyonunun fiyatını etkileyen faktörler:

- Hisse senedinin piyasa fiyatı
- İşlem (kullanım) fiyatı
- Vade bitimine kadar olan zaman
- Hisse senedinin fiyatının değişkenliği
- Risksiz faiz oranı
- Opsiyonun vadesi içinde beklenen kar payı ödemeleri

Kar payı ödemeleri, hisse senedi fiyatında düşmeye yol açtığından alım opsiyonlarının değerini azaltıcı, satım opsiyonlarının değerini arttırıcı bir etkiye sahiptir.

b. Gelecek Sözleşmesi (Futures) Üzerine Opsiyonlar

Opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın gelecek sözleşmesi olduğu opsiyonlardır. Gelecek sözleşmesi opsiyonu sahibine belirli bir süre içinde belirli, bir gelecek sözleşmesini, belirli bir fiyattan alma veya satma hakkı tanıyan fakat yükümlülük vermeyen finansal araçtır.

Gelecek sözleşmesine yatırım yapan yatırımcı sınırlı bir riskle (ödediği prim kadar) büyük karlar elde etme şansına sahiptir. Başka bir ifadeyle, opsiyon sahibinin gerçek amacı opsiyona konu olan gelecek anlaşmasını satın almak veya satmak değil, gelecek anlaşmasının piyasa fiyatında meydana gelecek değişmelerden yararlanmak suretiyle spekülatif kar elde etmektir. Gelecek sözleşmesi opsiyonları (futures options) dünyada ilk defa 1982 yılında finansal enstrüman olarak kullanılmaya başlanmıştır.

c. Döviz Opsiyonları

Döviz opsiyonu sahibine belirli bir vadede veya öncesinde belirlenmiş bir fiyattan belirli bir miktarda dövizi satın alma veya satma hakkı tanıyıp, yükümlülük yüklenmeyen sözleşmedir.

Döviz opsiyonunun fiyatını belirleyen faktörler şunlardır:[14]

- Opsiyonun vadesi
- Peşin kur ve uygulama fiyatı
- Dövizler arasındaki faiz oranı farkı
- Dövizlerin faiz oranları
- Döviz kurlarındaki değişkenlik
- Opsiyonun vadesine göre tipi

d. Endeks Opsiyonlar

Endeks opsiyonlar, hisse senedi opsiyonlarına benzemektedir, ancak opsiyona dayanak varlık tek bir hisse senedi yerine hisse senetlerinin oluşturduğu bir endeks olmaktadır. Hisse senedi opsiyonlarında opsiyon kullanılmak istendiğinde fiziki teslimat geçerli iken endeks opsiyonlarında endekste yer alan hisse senetlerinin teslimatı çeşitli güçlüklere yol açtığından çoğunlukla nakit uzlaşma yöntemi izlenmektedir. Nakit uzlaşma fiziki teslimata göre daha zahmetsiz bir yöntem olduğundan endeks opsiyonları tek tek hisse senetleri üzerine yazılan opsiyonlara göre daha popüler bir finansal araç haline gelmiştir. Nakit uzlaşmanın yanında endeksin piyasayı temsil etme kabiliyeti endeks opsiyonlarının talep edilen ürün olmasını etkilemektedir. [15]

e. Faiz Opsiyonu

Faiz Opsiyonları, sahibine herhangi bir tarihten itibaren belli süre içinde, belirli bir faiz üzerinden borçlanma ya da borç verme hakkını veren opsiyonlardır. Bu tip opsiyonlar faiz taşıyan menkul kıymetlere dayanan opsiyonlardır. Faiz opsiyonları kamu borçlanma araçlarına ilişkin olabileceği gibi bu araçlara dayalı futures kontratlara ilişkin olarak da yazılabilmektedir.

[14] İhsan Ersan, **Finansal Türevler**, İstanbul: Literatür Yayıncılık Dağıtım Pazarlama,1996,s.112.
[15] Serpil Canbaş ve Hatice Doğukanlı, **Finansal Pazarlar-Finansal Kurumlar ve Sermaye Pazarı Analizler**, 4.baskı, İstanbul: Karahan Kitabevi,2007,s.39.

f. Emtia Opsiyonları

Dayanak varlığı mallar olan opsiyon türüdür. Diğer opsiyon türlerinden daha önce geliştirilmesine karşın opsiyonun gerçekleştirilmesi durumunda vade sonunda fiziki teslimat gerektiğinden organize borsalarda daha düşük hacimle işlem görmektedir.

1.2.1.4.4. Karlılığa Göre Opsiyonlar

Opsiyonlar karlılığa göre üçe ayrılırlar: In the Money (Opsiyon karda), At the Money (Başa baş) ve Out of the Money (Opsiyon Zararda).

a. In The Money (Opsiyon Karda)

Bir alım opsiyonunun kullanım fiyatı spot fiyattan düşükse bu opsiyona karda opsiyon denilmektedir. Bu durumdaki bir opsiyon kullanıldığı takdirde spot fiyat ile kullanım fiyatı arasındaki fark kadar bir kar oluşmaktadır. Opsiyonu kullanan yatırımcı sözleşmeye konu menkul kıymetleri opsiyonu yazan taraftan düşük fiyattan alıp spot piyasada sattığı takdirde kar edecektir.

Bir put opsiyonunun karda olarak adlandırılabilmesi için, kullanım fiyatının spot piyasa fiyatından yüksek olması gerekmektedir. Böyle bir durumda da opsiyonu alan taraf piyasada geçerli olan spot fiyattan daha yüksek fiyata opsiyonu yazan tarafa opsiyona konu kıymeti satabilecektir.[16]

b. At The Money (Başa baş)

Bir opsiyonun kullanım fiyatı, ilgili menkul kıymetin spot piyasa fiyatına eşitse opsiyonun kullanılmasıyla ne kar ne de zarar ortaya çıkar. Bu tür başabaş opsiyonlarda yatırımcı için menkul kıymeti spot piyasadan tedarik etmek ile elindeki alım opsiyonunu kullanarak satın almak arasında bir fark olmayacaktır.

c. Out of The Money (Opsiyon Zararda)

Sözleşmeden doğan hakkın kullanılmadığı opsiyonlara zararda opsiyonlar (out-of-the-money options) adı verilir. Bir alım opsiyonunun zararda olabilmesi için kullanım fiyatının spot fiyattan yüksek olması gerekir. Bir satım opsiyonunda kullanım fiyatı, spot fiyattan düşükse, söz konusu opsiyon zararda olur.

[16] Ersan, a.g.e., s.71.

1.2.1.5. Opsiyon İşlemlerinin Tarihsel Gelişimi

1.2.1.5.1. Opsiyon İşlemlerinin Dünya'da Gelişimi

Opsiyonların kökeni Roma dönemine kadar uzanmaktadır. Milet'te yaşamış filozof, matematikçi ve gökbilimci Thales, astronomi bilgisini kullanarak, hava durumu ve ürün rekoltesi ile ilgili tahminlerde bulunmuştur. Thales, bir yıl sonra zeytin rekoltesinin fazla olacağını tahmin ederek, bölgesindeki zeytin işleme atölyelerinin kullanım hakkını ucuz bir fiyata satın almıştır. Thales'in beklentisi gerçekleşmiş ve o yıl çok iyi bir zeytin hasatı yapılmıştır. Bunun sonucu olarak, Thales, opsiyon işlemini sonuçlandırmıştır.[17]

Opsiyon işlemlerinin tarihsel gelişiminde 17'nci yüzyılda Hollanda'daki lale soğanları üzerine yazılan opsiyonlar önemli bir yer tutmaktadır. Lale alım-satımının yoğun olduğu dönemde gelecekteki kötü hasat sonucu oluşacak fiyat belirsizliğine karşı lale tüccarları, kendilerine ilerideki bir tarihte belirli bir fiyattan belirli bir miktar lale soğanı satın almalarını sağlayacak alım opsiyonları satın almayı tercih etmişlerdir. Buna karşılık lale üreticileri de gelecekteki fiyat düşüşlerine karşı kendilerini korumak amacıyla ürünlerini ilerideki bir tarihte önceden belirlenen bir fiyattan satma imkanı sağlayan satım opsiyonları alma yoluna gitmişlerdir. Ancak Hollanda'da yaşanan takas sorunları nedeniyle opsiyonlar bir süre için gündemden düşmüştür.[18] Opsiyon piyasaları, İngiltere'de 1711 yılında North Sea şirketinin hisseleri üzerine yazılan sözleşmelerle yeniden canlanmaya başlamıştır. Ancak yine takas sırasında tarafların yükümlülüklerini yerine getirmemeleri nedeniyle opsiyon piyasaları zarar gördüğü için opsiyon alım-satımı yasadışı ilan edilmiştir.

Avrupa'da iki kez başarısızlığa uğrayan opsiyonların Amerika'daki ilk kullanımı iç savaş zamanına rastlamaktadır. Amerika'da türev ürünlerin kullanımı 1848 yılında 82 üyesiyle faaliyete geçen Chicago Ticaret Kurulu (Chicago Board of Trade) ile başlamıştır. Savaş nedeniyle mal ve girdi fiyatlarındaki istikrarsızlık çiftçileri gelecekteki fiyat belirsizliklerine karşı, tüccar ve girdi sağlayanlarla sözleşme yapmaya sevk etmiştir. 1900'lerin başında bir grup firma Amerika'da Satım ve Alım Opsiyonu Broker ve Dealerları Derneği'ni (Put and Call Brokers and Dealers Association) adında bir kuruluş oluşturmuştur.[19] Opsiyon alıcılarını ve satıcılarını buluşturmayı hedefleyen kurum, taraf bulunamadığı durumlarda da kendisi karşı taraf pozisyonunu üstlenmiştir. Ancak iki taraf buluşturulduktan sonra vadeden önce pozisyonun

---

[17] Brian Overby, "History of Options", The Options Institute (Ed.),**Options: Essential Concepts and Trading Strategies** içinde (1-19), New York: McGraw-Hill Professional, 1999, s.2.

[18] Overby, a.g.e., s.3

[19] Don M. Chance, **An Introduction to Derivatives**, 3rd ed., New York: The Dryden Press, 1989,s.22.

kapatılabileceği bir ortam sağlanamadığı için likidite sorunu yaşanmıştır. 1934 yılında Opsiyon Dealerları Birliği kurulmuştur.

Bir asrı aşkın bir süre emtia sözleşmeleri üzerinden yürüyen türev işlemler, zor kullanımları, likidite sorunları ve işlemlerin gerçekleşeceği fiziki bir alanın olmamasından dolayı derinlik kazanamamıştır. Ancak 1960'lı yıllarla birlikte türev ürünlerde bir standartlaşma başlamıştır. Bu standartlaşma türev piyasalarının tezgah üstü işlemlerden organize işlemlere yönelmesini sağladı. 1973 yılında Chicago Opsiyon Borsası Kurulu'nun (Chicago Board Options Exchange -CBOE) kurulmasıyla ilk defa opsiyonlar organize bir kurumda işlem görmeye başlamıştır.

Hisse senedi alım opsiyonları işleme bu tarihte açılırken, satış opsiyonları 1977 yılında yatırımcılara sunulmuştur.[20] Dövize dayalı opsiyon işlemleri 1982 yılında, endekse dayalı opsiyon işlemleri ise 1983 yılında başlamıştır. 1980'lerin sonuna kadar organize türev piyasaları sadece gelişmiş ülkelerde mevcutken, 1990'ların başından itibaren gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik ve finansal gelişmeler sonucunda opsiyon işlemlerinin yapıldığı borsalar kurulmuştur.

1.2.1.5.2. Türkiye'de Opsiyon İşlemleri Ve Yasal Düzenlemeler

1.2.1.5.2.1.Türkiye'de Opsiyon Piyasalarının Gelişimi

Türkiye'de türev ürün piyasalarının düzenlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar 1990'ların ilk yarısından itibaren yapılmış, kanun ve yönetmelikler çıkarılmıştır. 1994 yılında İMKB bünyesinde Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü oluşturulmuş ve 15 Ağustos 2001'de ABD Doları, 30 Aralık 2003'te ise Euro üzerine yazılmış olan vadeli işlem sözleşmelerinin ticaretine İMKB Vadeli İşlemler Piyasası'nda başlanmıştır.

1995 yılında işlemlere başlanan İstanbul Altın Borsası'nda (İAB) 1997 yılında Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası açılmıştır. İAB Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası'nda 10 Mayıs 2000'de altına dayalı yeni vadeli işlem sözleşmeleri ve teminat sistemi uygulamaya alınmış; ardından Şubat 2002'de Euro/ons fiyat tipinde altına dayalı vadeli işlem sözleşmeleri düzenlenmesine başlanmıştır. [21]

---

[20] Mustafa Kemal Yılmaz, **Hisse Senedi Opsiyonları ve İMKB'de Uygulanabilirliği**, İstanbul: İMKB Yayınları, 1998, s.7.

[21] Gökçe Alp Gökçe, **Opsiyon Değerlemenin Temelleri ve Temel Opsiyon Değerleme Modelleri ile Stokastik Değişkenliğin İMKB Hisse Senedi Piyasaları'nda Geçerliliklerinin Araştırılması**, İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı, 2006, s.142.

Bu çalışmaların yanı sıra Türkiye'de türev ürünlerin işlem görmekte olduğu ilk organize piyasa olan Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın kurulması için çalışmalar da yürütülmüştür. Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) Karar Organı'nın 27.06.1995 tarihli toplantısında İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın kurulması kararının alınması ile söz konusu çalışmalar ivme kazanmış, 1995 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın desteği ile İzmir Ticaret Borsası (İTB) tarafından Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasa Projesi başlatılmıştır. 1997 yılında CBOT ile İTB arasında "İyi Niyet Anlaşması" imzalanmıştır. Bu çalışmaların sonucunda Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB), 4 Temmuz 2002'de kurulmuş, 5 Mart 2004'te faaliyetine resmen izin verilmiş ve 4 Şubat 2005'te faaliyetlerine İzmir'de resmen başlamıştır.

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda hisse senedi, döviz, faiz ve emtia piyasaları olmak üzere dört adet piyasa mevcut olup, bu piyasalarda vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmekte ancak opsiyon sözleşmelerinin işlemlerine henüz başlanmamıştır. Opsiyon işlemleri günümüzde tezgah üstü piyasalarda gerçekleştirilmektedir.

1.2.1.5.2.2.Türkiye'de Türev Ürün Piyasaları İçin Hukuki Alt Yapı

Türkiye'de türev ürün piyasalarının yasallaşması açısından yapılan ilk çalışma 13.05.1992 tarihli, 21227 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 3794 sayılı Kanun'dur. Kanunun 22. maddesine göre SPK vadeli işlem sözleşmeleri ile bu sözleşmelerin işlem göreceği borsalarda çalışacak kurum ve kuruluşların kuruluş, faaliyet ilke ve esasları ile yükümlülüklerini düzenlemek ve denetlemekle görevlendirilmiştir.

23.07.1995 tarihli ve 22352 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Genel Yönetmelik" ile ticareti yapılacak olan vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin düzenlemelere dayanak oluşturulmuştur.

18.10.1996 tarihli ve 22791 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "İstanbul Altın Borsası Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası Yönetmeliği" , İAB'de işlem görecek altın ve dövize dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerine ait esaslar, piyasa üyelik şartları ve piyasanın hukuki alt yapısını düzenlerken, 29.01.1997 tarihli, 22892 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ve "İMKB Vadeli İşlemler Piyasası İşlem ve Üyeliğine İlişkin Yönetmelik" ve "İMKB Vadeli İşlemler Piyasası Takas Merkezi Üyeliği ve İşlemlerine İlişkin Yönetmelik" ile vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin temel unsurları, işlemlerine ve takasına ilişkin esaslar ve İMKB Vadeli İşlemler Piyasası'na üyelik şartları düzenlenmiştir.[22]

Mal üzerine yazılan vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerine ait esaslar ise Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nca çıkarılan ve 06.08.1997 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Ticaret Borsaları ve Vadeli İşlemler Piyasası Genel Yönetmeliği" ile belirlenmiştir.[23]

1999'da 4487 sayılı kanunun çıkarılması ile 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nun 40. maddesinde değişiklik yapılmış ve vadeli işlem ve opsiyon borsası kurulabilmesi için gerekli yasal altyapı oluşturulmuştur. 23 Şubat 2001'de 24327 sayılı Resmi Gazete'de "Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik" yayınlanmıştır. 19 Ekim 2001'de Bakanlar Kurulu Kararı ile Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş. (VOBAŞ) unvanı altında bir vadeli işlem borsası kurulması kararlaştırılmıştır. 27.03.2004 tarih ve 25415 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Yönetmeliği ile borsanın çalışma kural ve esasları belirlenmiştir. 30 Kasım 2004'te VOB'da işlem gören sözleşmeler SPK tarafından onaylanmış, 26 Ocak 2005'te VOB üyelik ve işlem esasları ile vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin genelgeler yürürlüğe girmiştir. 09.07.2008 tarihli ve 26931 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik", Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası hakkında yapılan son düzenlemedir.

[22] Gökçe, a.g.e., s.142.

[23] Güray Küçükkocaoğlu, "Türev Piyasaları- Swap ve Options", 2008.Başkent Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü. http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/ (20 Mayıs 2008)

BÖLÜM 2
OPSİYON FİYATLAMA MODELLERİ

2.1 Opsiyon Fiyatlama Modellerinin Gelişimi

Yeni opsiyon piyasalarının ortaya çıkması ve gelişmesi ile birlikte opsiyon fiyatlaması üzerine olan ilgi yoğunlaşmıştır. Opsiyonun fiyatını etkileyen faktörleri veri olarak kullanan matematiksel formüllerden oluşan opsiyon fiyatlama modellerinin altyapısı matematik ve fizik alanında yapılan çalışmalarda atılmıştır.

İngiliz bilim adamı Robert Brown'un 1830 yılında polen tozlarının sudaki hareketlerini gözlemlemesi ve rassal olarak (sudaki akımlardan bağımsız olarak) hareket ettiğini tespit etmesiyle bilim literatürüne "brownian hareketi" (brownian motion) olarak geçen gözlem, Albert Einstein'in moleküllerin hareketini açıklamak için kullanılmıştır. Aynı dönemde Amerikan matematikçi Norbert Wiener partiküllerin rassal hareketini açıklamaya çalışmış, 1951 yılında Japon matematikçi K. Ito, opsiyon fiyatlamasında önemli bir etken olan "Ito's Lemma" yı geliştirmiştir.[24]

Söz konusu çalışmalarda geleneksel analiz yöntemleri yerine stokastik calculus kullanılmıştır. Bilinen fonksiyonların değişim oranlarını tanımlayan calculusten farklı olarak stokastik calculus, içinde bir veya birkaç terimin bilinmediği, fakat olasılığın iyi tanımlanmış kurallarına göre hareket eden fonksiyonların değişim oranını tanımlamaktadır.

Opsiyonların analitik değerlemesine yönelik çalışmalar ilk olarak Louis Bachelier tarafından (1900) sunulmuş, Case Sprenkle (1964), James Boness (1964) ve Paul Samuelson (1965) tarafından geliştirilmiştir. Günümüzde de kullanılan modern opsiyon fiyatlama modeli ise Massachusetts Institute of Technology'de öğretim üyesi olan Myron Scholes ve Boston'da finans danışmanı olan Fischer Black tarafından 1973 yılında geliştirilmiştir.

Risk ve getiri arasındaki ilişki üzerine makaleler yazan Black ve Scholes'un opsiyon fiyatlaması ile ilgili makaleleri iki dergi tarafından, opsiyonların yeni bir finansal ürün olması, akademik ve uygulama alanındaki kişilerin yeterince ilgi duymaması ve Fischer Black'in akademisyen olmaması gerekçe gösterilerek basılmadan reddedilmiştir. Black ve Scholes, o günlerde oldukça

[24] İlker Osman Akalın, "Hisse Senedi Üzerine Opsiyon Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulaması", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 2006), s. 68.

popüler olan varantların[25] degerinin hesaplanmasında da kullanılabileceğini vurgulamaları ve makalelerinin ismini 'Opsiyonlar ve İşletme Borçlarının Fiyatlandırılması (The Pricing of Options and Corporate Liabilities)' olarak değiştirmeleri ile birlikte makale Journal of Political Economy'de basılmıştır. 1997 yılında da makale, ekonomi Nobel ödülünü paylaşmaya uygun görmüştür.[26]

Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinden sonra, John C.Cox, Stephen A.Ross ve Mark Rubinstein 1979 yılında Black-Scholes modelini basitleştirerek, binomial model olarak bilinen opsiyon fiyatlama modelini geliştirmişlerdir. Avrupa tipi opsiyon sözleşmeleriyle sınırlı olan Black-Scholes modelinin kullanım alanı bu modelle genişletilmiştir.

Black-Scholes ve Binomial modellerinden sonra geliştirilen birçok model de Black-Scholes Modeli'nin gerçekle birebir örtüşmeyen varsayımlarının yerine ortaya konan varsayımlar üzerine kurulmuştur. En bilinen gelişmiş opsiyon modelleri arasında Cox ve Ross tarafından 1976'da geliştirilmiş olan Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli, Merton'un Sıçramalı Süreç (Jump-Diffusion) Modeli, Barone-Adesi ve Whaley tarafından 1987'de geliştirilen "İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu" (The Quadratic Approximation Method), Hull- White (1987) tarafından oluşturulan ve Heston (1993) tarafından geliştirilen Stokastik Volatilite Modelleri yer almaktadır.

2.2 Opsiyon Priminin Fiyatını Etkileyen Faktörler

Opsiyon primini belirleyen temel faktörler:[27]

- Opsiyona konu olan varlığın spot piyasa fiyatı (S)
- Kullanım (uygulama) fiyatı (K)
- Vade bitimine kadar olan zaman (T)
- Risksiz faiz oranı (r)
- Opsiyona konu olan varlığın fiyatının değişkenliği (volatilitesi) (σ)
- Temettü (kar payı) miktarı

olarak gösterilebilir.

---

[25] Varant, sahibine üzerine yazılan şirketin hisse senedini önceden belirlenmiş fiyattan satın alma hakkı tanıyan menkul kıymettir. Varant, satın alma opsiyonundan, genellikle hisse senedinin ihraççısı şirketler gibi özel kuruluşlar tarafından çıkarılması, tezgah üstü piyasalarda işlem görmesi ve daha uzun vadede geçerliliğini koruması özellikleriyle ayrılır.

[26] Burçin Bölükbaş, "Opsiyon Sözleşmeleri Fiyatlandırma Modelleri",(Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 2003), s. 23.

[27] John Hull, **Options, Futures and Other Derivative Securities**, 2. b., ABD: Prentice Hall International Inc., 1993, ss.151-153.

a. Spot Piyasa Fiyatı

Opsiyon primini etkileyen en önemli faktör, opsiyona konu olan varlığın peşin piyasadaki fiyatıdır. Opsiyona konu olan varlığın peşin fiyatında meydana gelen her değişiklik prime derhal yansır. Nakit piyasadaki fiyatların yükselme eğilimi göstermesi, alım opsiyonuna olan talebi arttırır ve satım opsiyonuna olan talebi düşürür. Spot piyasa fiyatlarındaki düşme durumunda ise süreç ters yönde işleyecektir.

Opsiyona konu olan varlığın peşin fiyatında meydana gelen değişikliğin prime yansıma oranı, opsiyonun içsel değerine, yani opsiyonun kullanım fiyatı ile sözleşmeye konu varlığın makul değeri arasındaki opsiyon sahibinin lehine olan farkına bağlıdır. Opsiyonun içsel değeri yükseldikçe (alım opsiyonu için spot fiyat - kullanım fiyatının artması, ya da satım opsiyonu için kullanım fiyatı - spot fiyatın artması) opsiyon primi de yükselir.

b. Kullanım (Uygulama) Fiyatı

Kullanma fiyatı ile opsiyona konu olan varlığın peşin piyasadaki fiyatı arasındaki ilişki, opsiyonun içsel değerini belirler. Opsiyonun içsel değerinin artması ise, opsiyon priminin artması sonucunu doğurur. Bu anlamda, alım opsiyonunda kullanma fiyatının düşük olması içsel değeri arttıracağından prim yüksek olur. Buna karşın satım opsiyonlarında kullanma fiyatının düşük olması içsel değeri azaltacağından, prim de düşük olur. Kullanım fiyatının yüksek olması halinde de süreç tersine işler.[28]

c. Vade Uzunluğu

Opsiyonlarda vade ne kadar uzunsa, opsiyon alıcısının opsiyona tabi varlığın fiyatı konusundaki tahmininin geriye kalan zaman süresi içerisinde gerçekleşme şansı da o kadar fazla olacaktır. Buna karşılık satıcının riski artacak ve daha yüksek bir opsiyon primi talep edecektir. Dolayısıyla vade ne kadar uzun ise, opsiyon primi o kadar fazla olmaktadır.

Opsiyon priminin, opsiyon vadesinin yaklaştıkça azalması "zaman aşımı" olarak tanımlanmıştır. Opsiyon vadeye yaklaştıkça, başlangıca kıyasla zaman değerini daha hızlı kaybetmektedir. Zaman değeri, vadeye kalan sürenin karekökü ile doğru orantılı olup, vadeye yaklaştıkça zaman değeri hızla yitirileceğinden, opsiyon primi gerçek değere yaklaşacaktır. Vadede zaman değeri sıfır olduğundan opsiyon primi gerçek değeri kadardır.[29]

[28] Akalın, a.g.e., s. 63
[29] Tülin Akkum, "Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt 29, No.1 (2000), s.47.

d. Risksiz Faiz Oranı

Risksiz faiz oranı, opsiyon fiyatını belirleyen etkenlerden bir diğeridir. Ekonomide risksiz faiz oranının yükselmesi, opsiyona konu olan varlığın fiyatının yükselmesi yönünde bir beklenti doğurmaktadır. Aynı zamanda opsiyon sahibinin elde edeceği kazancın bugünkü değeri de düşecektir. Bu iki etki birlikte değerlendirildiğinde risksiz faiz oranının artması durumunda satma opsiyonunun değeri düşecektir. Satın alma opsiyonlarında ise risksiz faiz oranının artmasıyla opsiyona konu olan varlığın fiyatının yükselmesi yönündeki beklentinin etkisinin elde edilen kazancın bugünkü değerinin azalmasının etkisinden daha baskın olması nedeniyle, opsiyon fiyatlarında bir artış söz konusudur.

Teoride faiz oranlarının artması, opsiyona konu olan varlıkların fiyatlarında artışa neden olsa da pratikte hisse senetlerinin fiyatlarında olumsuz bir etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle hisse senedi üzerine yazılı opsiyonlarda risksiz faiz oranının artması, opsiyon primlerinin değerini azaltıcı bir etkiye neden olabilir.

Faiz oranlarının artması, uzun vadeli opsiyonların değerini, kısa vadeli opsiyonların değerinden daha fazla etkilemektedir.

e. Volatilite (Menkul Kıymetin Fiyatının Değişkenliği)

Volatilite, menkul kıymet fiyatının dalgalanma aralığını ölçmede kullanılan bir yaklaşımdır. Volatilite yükseldikçe, opsiyona konu olan varlığın çok iyi veya çok kötü yönde performans gösterme eğilimi artacak, opsiyonun fiyatı da o kadar yüksek olacaktır. Fiyatı büyük ölçüde dalgalanan bir menkul kıymet, onun üzerine opsiyon satın alan kişiye, opsiyonun vadeye kalan zaman aralığı içinde fiyata ilişkin tahminlerinin gerçekleşmesi konusunda büyük bir şans vermiş olacaktır. Bu nedenle söz konusu opsiyonu satın alan kişi, bu opsiyon için daha yüksek bir primi ödemeye razı olacaktır.[30]

Volatilite hesaplanmasında iki yöntem öne çıkmaktadır. Bunlar geçmişe dönük olarak hesaplanan volatilite (historical volatility) ile zımni volatilite (implied volatility)dir.

[30] Yılmaz, a.g.e., s. 44.

Geçmişe yönelik volatilite, geçmiş dönemlerde elde edilen verilere dayanılarak, ilgili menkul kıymetin günlük dalgalanmalarının standart sapması bulunarak hesaplanır ve genellikle yüzde cinsinden yıllık olarak ifade edilir.

Zımni volatilite ise cari opsiyon fiyatlarına yansıyan, menkul kıymetin ileriye dönük volatilitesi konusunda piyasa katılımcılarının beklentilerine karşılık gelmektedir.[31]

f. Temettü (Kar Payı)

Hisse senedinde temettü ödemesi olduğu durumlarda opsiyon alıcısı bundan yararlanamayacaktır. Bu nedenle yüksek bir temettü ödemesi yapılması hisse senedi fiyatının ve dolayısıyla satın alma opsiyonunun fiyatının azalmasına neden olacaktır. Opsiyonun bir satım opsiyonu olması durumunda ise temettü dağıtımının opsiyon fiyatını arttırması yönünde bir etkisi olmaktadır.

Tablo 2.1: Diğer Değişkenler Sabit Kalırken Bir Değişkende Gerçekleşen Artışın Opsiyon Fiyatına Etkisi

Değişken	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu
Spot Piyasa Fiyatı	Artar	Azalır
Kullanım Fiyatı	Azalır	Artar
Vade	Artar	Artar
Risksiz Faiz Oranı	Artar	Azalır
Volatilite	Artar	Artar
Temettü	Azalır	Artar

Kaynak: İlker Osman Akalın, "Hisse Senedi Üzerine Opsiyon Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulaması", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 2006), s.65

2.3. Opsiyon Fiyatlama Modelleri Türleri

Bu çalışmada opsiyon fiyatlama modelleri üç başlıkta incelenmiştir. Bunlar; Geleneksel Opsiyon Fiyatlama Modelleri, Gelişmiş Opsiyon Fiyatlama Modelleri ile Egzotik Opsiyonlar ve Fiyatlama Modelleridir.

[31] A.g.e., s. 45.

2.3.1. Geleneksel Opsiyon Fiyatlama Modelleri

Günümüzde opsiyon fiyatlamasında en çok kullanılan modeller Avrupa tipi opsiyon fiyatlamasında kullanılan Black-Scholes Modeli ve Amerikan tipi opsiyonların da fiyatlamasında kullanılan Binomial Modelidir.

2.3.1.1. Black-Scholes Modeli

Opsiyon fiyatının hesaplanmasıyla ile ilgili kabul gören ilk teorik çalışma 1973 yılında Fischer Black ve Myron Scholes tarafından geliştirilmiştir. Black ve Scholes'un çalışmasında Avrupa tipi opsiyonunun değerinin hesaplanmasının yanı sıra opsiyonun hedge edilmesi de yer almaktaydı.

Bu model, Avrupa tipi ve kar payı ödemeyen hisse senedinin söz konusu olduğu opsiyonların fiyatlandırılmasına yönelik olarak formüle edilmiştir. Zaman içerisinde akademisyenler tarafından Amerikan tipi ve kar payı ödeyen hisse senedi ve opsiyonun konusunu teşkil eden döviz ve futures gibi diğer opsiyonların fiyatlandırılmasına yönelik modeller, genellikle Black-Scholes modelinden yola çıkılarak geliştirilmiştir.

Black – Scholes modelinin diğer modellere göre daha basit ve uygulanabilir olması nedeniyle günümüzde opsiyon piyasa oyuncuları arasında Black & Scholes opsiyon modeli versiyonuna sahip olan makineler ve programlar sıkça kullanarak, hisse senedi opsiyonunun uygun değerini hesaplamaktadırlar.

2.3.1.1.1. Temel Varsayımlar

Black ve Scholes, opsiyon fiyatlama modelini bazı temel varsayımlar altında kurmuşlardır. Bunlar[32]:

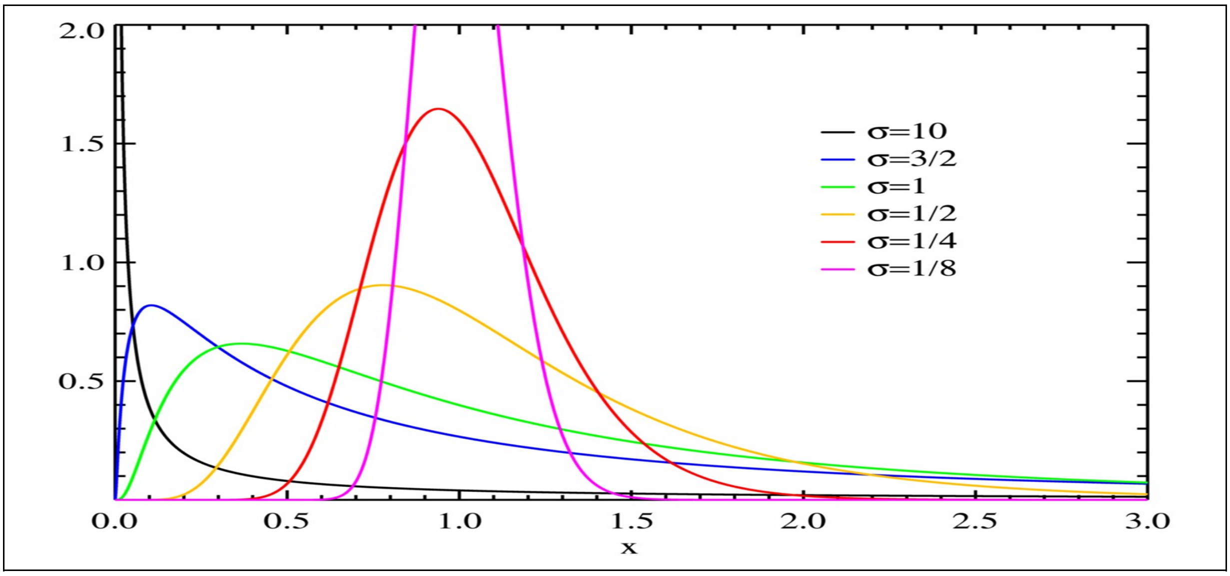
- Opsiyon alım ve satımında herhangi bir işlem maliyeti yoktur ve vergi söz konusu değildir.
- Kısa bir zaman içerisinde hisse senedinin fiyatında sadece küçük bir değişiklik olmaktadır.
- Menkul kıymetlerin fiyatları arbitraja imkan vermemektedir.
- Hisse senetlerinin fiyatları sürekli olarak değişmektedir.
- Hisse senedi getirileri logaritmik normal dağılım şeklindedir.
- Opsiyon Avrupa tipi satın alma opsiyonudur.

[32] Black, Fisher and Myron Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", **Journal of Political Economy.** Vol.81, No.3 (May-June 1973), s.640.

- Vade içerisindeki opsiyona konu olan hisse senedi için herhangi bir kar payı ödemesi yoktur.
- Hisse senedi kısa satışı serbesttir ve herhangi bir ceza söz konusu değildir.
- Kısa vadeli faiz oranı bilinmekte ve opsiyonun vadesi boyunca değişmemektedir.
- Kısa vadeli faiz oranında borçlanmak mümkündür.
- Hisse senedinin riski opsiyonun vadesi boyunca değişmemektedir.

Lognormal Dağılım Varsayımı

Black & Scholes modelinin temel varsayımlarından biri hisse senedi fiyatlarının rastgele yürüyüş (random walk) olarak adlandırılan bir dağılıma haiz olmasıdır. Başka bir ifadeyle, kısa bir zaman süresince hisse senedi fiyatındaki orantılı değişimler normal dağılıma haizdir. Bu da herhangi bir gelecek zamandaki hisse senedi fiyatının lognormal dağılım olarak bilinen dağılıma sahip olduğu anlamına gelmektedir.



Grafik 2.1: Lognormal Olasılık Yoğunluğu Fonksiyonu

Kaynak : http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Lognormal_distribution_PDF.png (20 Haziran 2008)

Grafikte, farklı standart sapmaya sahip lognormal dağılan rastgele değişkenin olasılık yoğunlukları görülmektedir. Şekilde de görüleceği üzere, standart sapma değeri ne olursa olsun lognormal dağılıma haiz bir değişken normal dağılımın aksine her zaman pozitif değerler almaktadır.

Lognormal varsayımı yapıldığında, hisse senedi fiyatı davranışını tanımlayan iki parametre hisse senedinden beklenen kazanç ve hisse senedinin değişkenliği (volatilitesi) olarak öne çıkmaktadır.

Beklenen kar, yatırımcılar tarafından kısa bir dönemde kazanabileceği ortalama yıllık kardır. Beklenen kar, μ parametresiyle gösterilecektir. Değişkenlik, hisse senedi fiyatındaki gelecekteki hareketler hakkındaki belirsizliğin ölçüsüdür. Değişkenlik ise σ parametresiyle gösterilmektedir.

2.3.1.1.2. 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.

u_i : Hisse senedinin günlük getirisi = ln (S_i/ S_{i-1})

S_i : Hisse senedinin i 'nci zaman aralığının sonunda gözlenmiş olan fiyatı (i= 0,1…n)

n +1 : Hisse senedinin fiyatının gözlem sayısı

τ : Zaman aralıklarının yıl cinsinden değeri

Standart sapma s ile tanımlanacak olursa aşağıdaki ifade ile de gösterilebilir.

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

veya

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

$\bar{u} : u_i$ lerin ortalamasıdır.

u_i lerin yıllık standart sapması $\sigma\sqrt{\tau}$ şeklindedir. s değişkeni, $\sigma\sqrt{\tau}$ için bir tahmindir.

σ , (s* olarak tahmin edilebilir) s* = $\frac{s}{\sqrt{\tau}}$; bu tahminin standart hatası yaklaşık olarak

s* / $\sqrt{2n}$ şeklinde gösterilebilir.

Standart sapma hesaplanırken uygun bir n değerinin bulunması önem arz etmektedir. Daha çok verinin daha doğru bilgiye götürmesi muhtemel de olsa çok eski verilerin geleceği tahmin etme olasılığı az olmaktadır. Günlük verilerin kullanılması ile 90 ila 180 günlük verinin akılcı bir çalışma olacağı çeşitli akademisyenler tarafından belirtilmiştir.[33] Ayrıca fiyatların iş günlerinde alınması da genel kabul gören bir uygulamadır. Bir yılda 250 iş gününün olduğu varsayılırsa

$\tau = \frac{1}{250}$ alınarak değişkenlik tahmini ve standart sapması elde edilebilir.

2.3.1.1.3. Black- Scholes Formülünün Değerlendirilmesi

Black –Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli, Avrupa tipi satın alma opsiyonunu şu şekilde fiyatlamıştır:

$$C = SN\left(d_1\right) - K e^{-rT} N\left(d_2\right)$$

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

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

C = Satın alma opsiyonunun cari değeri

S = Hisse senedinin cari fiyatı

N(d)= Kümülatif normal olasılıkları

K = Opsiyonun işlem fiyatı

e = Doğal logaritmik fonksiyonun tabanı ~ 2.71828

r = Risksiz faiz oranı (sürekli, bileşik)

T = Opsiyonun vadesinin bitimine kadar olan süre

ln = Doğal logartimik fonksiyon

σ = Standart sapma

$$N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{\frac{-\left(d - \mu\right)^2}{2\sigma^2}}$$

N (d) normal dağılım eğrisi, kümülatif normal olasılıkları, yani, ortalaması sıfır $\left(\mu = 0\right)$ olan ve standart sapması bir ($\sigma = 1$) olan normal dağılıma haiz olasılıkları vermektedir. Aynı zamanda bu

[33] John Hull, **Options, Futures and Other Derivative Securities**, s.215.

olasılık normal eğrisinde d'nin sol tarafında kalan alana eşittir. d_1 ve d_2 değerlerini hesaplarken kullandığımız ln (S_0 / X) değeri yüzde cinsinden bir değer olup, opsiyonun o tarihte parada ya da para dışında olduğunu gösterir. Eğer opsiyon belli bir yüzdede parada ise, hisse senedinin fiyat değişkenliğinin az ve vadeye kalan sürenin çok kısa olması koşuluyla, büyük bir olasılıkla parada olacaktır. N(d) değerleri, opsiyonun vade sonunda parada olma olasılığına bağlı olarak artacaktır.

Eğer N(d_1) ve N(d_2) değerleri 1.0'a yakın ise, büyük bir olasılıkla opsiyon işleme konacaktır. Bu durumda satın alma opsiyonunun değeri S_0 –Ke^{-rT} ye eşit olacaktır. N(d) değerlerinin sıfıra yakın olması durumunda büyük bir olasılıkla opsiyon işleme konmayacaktır. N(d) değerleri ayrıca 0 ile 1 arasında değerler de alabilir. Bu durumda, satın alma opsiyonunun değeri belirli aralıklar arasında olacaktır.

Değişkenlik, σ , sıfıra yaklaştığında hisse senedi risksiz olduğundan, fiyatı r oranında büyüyerek T zamanda Se^{rT} olacaktır ve bir call opsiyonundan elde edilebilecek kazanç
max (Se^{rT} – K, 0) şeklinde olacaktır.
r oranındaki iskontoyla, call opsiyonunun bugünkü değerini hesaplarsak,
e^{-rT} max (Se^{rT} – K, 0) = max (S- Ke^{-rT},0) elde edilir.
S > Ke^{-rT} ise; ln (S/K)+rT>0 demektir. σ sıfıra yaklaşırken d_1 ve d_2 değerleri + ∞ a yaklaştığından, N(d_1) ve N(d_2) 1.0'a yaklaşırlar.

Bu durumda C= S N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:
C = S – K e^{-rT}
S < Ke^{-rT} ise; ln (S/K)+rT<0 demektir. σ sıfıra yaklaşırken d_1 ve d_2 değerleri - ∞ a yaklaştığından, N(d_1) ve N(d_2) sıfıra yaklaşırlar. Bu durumda C= S N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) call fiyatı denklemi sıfır değerine eşit olur. Call fiyatı bu nedenle σ sıfıra yaklaşırken daima
max (S – K e^{-rt}, 0) dır.

Black & Scholes vade sonunda parada (in-the-money) olması olasılığında potansiyel gelirin bugünkü değerini hesaplayarak, satın alma opsiyonunun değeri hesaplanabilir.

2.3.1.1.4. Black- Scholes Modeli ile Satma Opsiyonunun Fiyatlandırılması

Black- Scholes, 1973 yılında yayınladıkları bir makalelerinde satma opsiyonunu değerlendirmek amacıyla bir model önermişlerdir. Böylece modeldeki opsiyonun sadece satın alma opsiyonunun fiyatlamasıyla sınırlı kalması sorununu ortadan kaldırmışlardır. Bu makalede satım (put) opsiyonunun değeri:

$P = -S\ N(-d_1) + Ke^{-rT}\ N(d_2)$

şeklinde hesaplanmıştır.

Satma opsiyonunun değeri, satın alma opsiyonuna göre daha düşük olmaktadır. Bunun nedeni satın alma opsiyonunun paradayken satma opsiyonunun para dışında olmasıdır.

Satma opsiyonu değeri satma-satın alma paritesi olarak bilinen bir diğer modelle de hesaplanabilir. Satma-satın alma paritesi aynı işlem fiyatına ve vadeye sahip Avrupa satın alma ve Avrupa satma opsiyonları fiyatları arasındaki ilişkidir. Bu modelle satma opsiyonunun değeri şu şekilde hesaplanabilir:

$P = C - S_0 + K\ e^{-rT}$

Black – Scholes'un put opsiyonu formülü incelendiğinde hisse senedi fiyatının çok yükselmesi durumunda put opsiyonu fiyatının sıfıra yaklaştığı görülür. Bunun nedeni, $N(-d_1)$ ve $N(-d_2)$ değerlerinin her ikisinin de sıfıra yaklaşmasıdır.

Hisse senedinin vadesi içerisinde kar payı dağıtması durumunda, verilen kar payının bugünkü değerinin ($De^{-r\tau}$) formüle eklenmesi gerekmektedir. Çünkü satma opsiyonunun değeri verilen kar payı kadar artacaktır. Bu durumda formül şu şekli alacaktır:

$P = C - S_0 + Ke^{-rT} + De^{-r\tau}$

τ = Kar payı dağıtımına kadar kalan süre

2.3.1.1.5. Riske Duyarsız Değerleme Yaklaşımı

Riske duyarsız değerleme yaklaşımına göre opsiyon gibi türev ürünlerin değerleri, yatırımcıların risk tercihlerinden etkilenmemektedir ve bu yaklaşıma göre risk unsuru etkisiz hale getirilmiştir. Etkisizleştirmenin temel yolu ise risk kaynağı aynı olan yatırım araçlarında, birlikte ancak ters pozisyon alınmasıdır; buna da riskin etkisizleştirilmesi (risk neutralisation) denilmektedir. Hisse senedinin beklenen getirisi olan μ , risk kavramını içerdiği için modelde yer almaz; zira μ ile risk doğru orantılıdır ve hatta μ doğrudan riske bağımlı olarak yazılabilmektedir.

Riske duyarsız değerleme yaklaşımıyla aşağıdaki sonuçlar elde edildiği için kullanışlı bir araçtır:

- Tüm finansal ürünlerden beklenen kazanç risksiz faiz oranıdır.
- Risksiz faiz oranı, gelecekte beklenen herhangi bir nakit akışının bugünkü değerini hesaplamak için en uygun iskonto oranıdır.

Black- Scholes hisse senedi opsiyonu fiyatlama modeli, riske duyarsız değerleme yaklaşımıyla şu şekilde elde edilir:

- Hisse senedinin beklenen kazancının risksiz faiz oranı r olduğu (μ =r) varsayılır.
- Opsiyondan vadesi içerisinde beklenen kazanç hesaplanır.
- Beklenen kazancının risksiz faiz oranına göre bugünkü değeri hesaplanır (iskonto edilerek).

2.3.1.1.6. Kar Payı Dağıtımında Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli

Black –Scholes fiyatlama modelinin temel varsayımlarından biri de hisse senedinin vadesi içerisinde kar payı dağıtımı olmamasıdır. Dolayısıyla modelin kar payı dağıtımına uygun bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

Hisse senedi için bir kar payı dağıtımı söz konusu olduğunda, hisse senedinin değerinde bir düşme meydana gelmektedir. Artık eski değerinde olmayan bu hisse senedinin kar payı dağıtımından sonraki değerinin hesaplanması gerekmektedir. Çünkü hisse senedinin fiyatının değişmesi ile birlikte opsiyonun fiyatı da değişecektir.

Kar payı dağıtan bir hisse senedinin yeni değeri, hisse senedinin cari fiyatından beklenen kar payının bugünkü değeri kadar düşük olacaktır. Bunu aşağıdaki şekilde formüle edebiliriz:

Kar payının bugünkü değeri,

$D = \sum D_i \, e^{-rT(i)}$

Hisse senedinin yeni değeri:

$S^* = S_0 - D$

Standart sapmanın yeni değeri:

$\sigma^* = S_0 / S^* \; \sigma$

şeklinde olacaktır.

Kar payı dağıtımı, alım opsiyonlarının fiyatını düşürürken, satım opsiyonlarının fiyatını arttıracaktır. Bu nedenle alım opsiyonlarının değeri beklenen kar payı dağıtımının miktarının büyüklüğü ile ters yönde ilişkili iken satım opsiyonlarının beklenen temettü miktarı ile pozitif korelasyona sahiptir. Kar payı dağıtımına göre düzenlenmiş yeni parametrelere göre Avrupa tipi satma ve satın alma opsiyonunun değerin veren Black –Scholes formülleri aşağıdaki gibi olacaktır:

Satın alma opsiyonu;

$C = S^*N(d_1) – Ke^{-rT}N(d_2)$

Satma opsiyonu;

$P = -S^*N(-d_1) + Ke^{-rT}N(-d_2)$

$d_1 = [\ln(S^*/K) + (r + (\sigma *)^2/2)T]/ \sigma * \sqrt{T}$

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

2.3.1.1.7. Opsiyonlarla Risk Yönetimi (Greekler)

Black- Scholes modeli oluşturulurken, opsiyonun fiyatının hesaplanmasının yanı sıra yatırımcıların risklerini yönetmenin de amaçlandığı belirtilmişti. Opsiyonlarla risk yönetimi gerçekleştirilirken opsiyonun fiyatını etkileyen değişkenler incelenmektedir. Opsiyonun fiyatını belirleyen değişkenler, hisse senedinin fiyatı, opsiyonun vadesi, faiz oranı, işlem fiyatı ve hisse senedinin fiyatının değişkenliği (risk) olarak sayılabilir. Bu değişkenlerin incelenmesinde iki önemli amaç vardır. İlk olarak, değişkenlerde meydana gelebilecek herhangi bir değişikliğin opsiyonun fiyatında nasıl bir değişiklik yaratacağını görebiliriz. Ayrıca elde edilen bilgiler kullanılarak, portföyün riskini ortadan kaldırabilmek için değişik stratejiler belirlenebilir.

Opsiyonun fiyatının duyarlı olduğu değişkenler Delta(δ **)**, Gamma (Γ **)**, Theta(θ), Vega (v) ve Rho (ρ) terimleriyle ifade edilmektedir.

2.3.1.1.7.1.Delta

Delta, opsiyona konu olan varlığın fiyatındaki bir birim değişimin opsiyon fiyatında meydana getirdiği değişim olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, delta, opsiyon modelinde hedge rasyosudur ve risksiz hedge elde edilmesi için kısa pozisyonu alınan her hisse senedi opsiyonu için elde tutulması gereken (opsiyona konu olan) hisse senedi sayısına eşittir.[34]

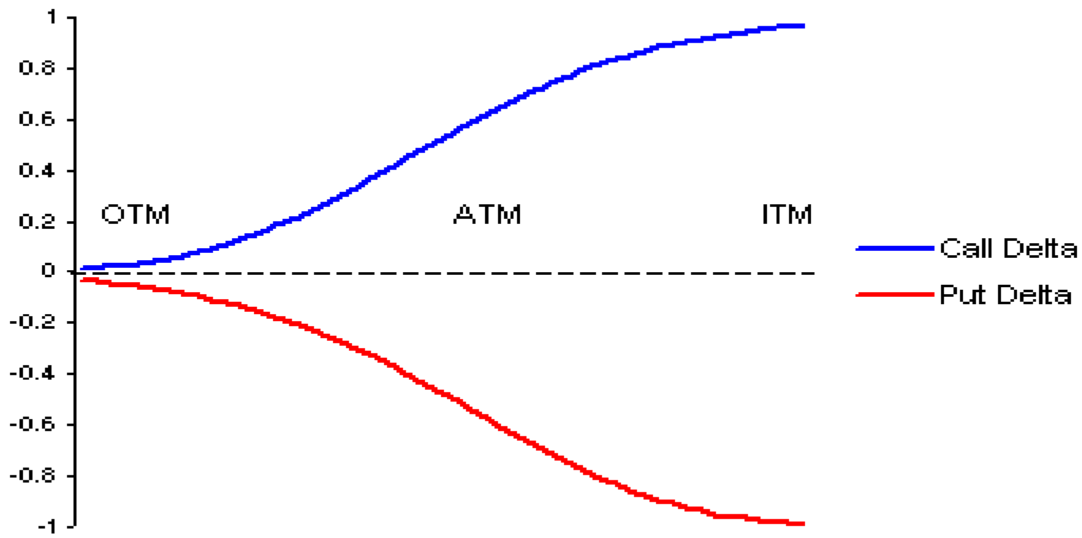
Satın alma opsiyonunun deltası,

$$\text{Delta} = \delta = \frac{\partial C}{\partial S_0} = \frac{\Delta C}{\Delta S_0} = \text{N}(d_1)$$

Satma opsiyonunun deltası ise,

$$\text{Delta} = \delta = \frac{\partial P}{\partial S_0} = \frac{\Delta P}{\Delta S_0} = \text{N}(d_1) - 1$$

Şeklinde formüle edilebilir.



Grafik 2.2: Opsiyona Konu Olan Varlığın Karlılığına Göre Delta Değerleri

Kaynak : http://www.optiontradingtips.com/greeks/delta.html (20 Haziran 2008).

Delta katsayısı, Black - Scholes opsiyon fiyatlandırma denkleminin opsiyona konu olan varlığın fiyatına göre alınmış birinci türevi bulunarak hesaplanır. Opsiyona konu olan varlığın piyasa fiyatının değişme miktarı ile opsiyonun fiyatının değişme miktarı aynı oranda değildir.

Alım opsiyonunun deltası 0 ile 1 arasında değişir. Örneğin bir hisse senedi alım opsiyonunun deltasının 0.6 olduğunu varsayalım. Bunun anlamı, hisse senedinin fiyatı 1 birim artarken, opsiyonun fiyatı 0.6 birim artar demektir. Bu da bize bu opsiyonun fiyatının, hisse senedinin

[34] John Hull, **Introduction to Futures and Options Markets**, New York: Prentice Hall International Editions, 1995, s.252.

fiyatından ne kadar etkilendiğini gösterir. Örneğin deltası 0.05 olan bir hisse senedi opsiyonunu düşünelim. Bu opsiyonun fiyatının hisse senedinin fiyatı değişikliğinden neredeyse hiç etkilenmediğini gözlemlemek hiç zor olmayacaktır. Satım opsiyonunun değeri ise -1 ile 0 arasında değişmektedir. Satım opsiyonunun deltası -1 olduğu durumda, opsiyonun fiyatı varlığın fiyatının birebir zıttı yönünde hareket etmekte, 0 olması durumunda ise opsiyonun fiyatından etkilenmemektedir.

Alım opsiyonunun deltası, opsiyonun karda olduğu oranda yükselir. Satım opsiyonunun deltası ise opsiyon zararda olduğu oranda yükselir. Opsiyonun deltası, opsiyonu yazan tarafın kendisini risklere karşı korumak için elinde tutması gereken ürün miktarını gösterir.

2.3.1.1.7.2.Theta

Theta, opsiyonun fiyatının vadeye göre değişiminin ölçüsüdür. Başka bir ifadeyle, vadenin azalmasına göre opsiyonun fiyatında meydana değişimin ölçüsüdür. Opsiyonun fiyatının vadeye göre türevinin alınmasıyla elde edilir.[35]

$$\text{Theta} = \mathbf{\Theta} = \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

t = Opsiyonun vadesinin bitimine kalan süre

Bir opsiyon için $\mathbf{\Theta}$ değerinin hemen her zaman negatif değer aldığı gözlenebilir. (Bu duruma bir istisna temettü ödemesi yapmayan Avrupa tipi parada bir satım opsiyonu olabilir.) Bunun nedeni, vadeye kalan gün sayısı azaldıkça, opsiyonun daha az değerli hale gelmesidir.

Kar payı dağıtımı olmayan bir Avrupa tipi call opsiyonu için $\mathbf{\Theta}$ şu şekilde hesaplanır:

$$\mathbf{\Theta} = -\frac{SN'\left(d_1\right)\sigma}{2\sqrt{T-t}} - rKe^{-rT}N\left(d_2\right)$$

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

[35] Kasırga Yıldırak, Nilüfer Çalışkan ve Şirzat Çetinkaya, **Türev Ürün Fiyatlama Teknikleri**, İstanbul: Literatür Yayınları, 2008, s.77.

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$$N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Avrupa tipi bir hisse senedi put opsiyonu için Θ şu şekilde hesaplanır:

$$\theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}N(-d_2)$$

q oranında kar payı dağıtan bir Avrupa tipi call hisse senedi opsiyonu için Θ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T}} + qSN(d_1)e^{-qT} - rKe^{-rT}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q - \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

q oranında kar payı dağıtan bir Avrupa tipi hisse senedi opsiyonu içinse Θ şu şekilde hesaplanır:

$$\theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma e^{-qT}}{2\sqrt{T}} - qSN(-d_1)e^{-qT} + rKe^{-rT}N(-d_2)$$

2.3.1.1.7.3.Gamma

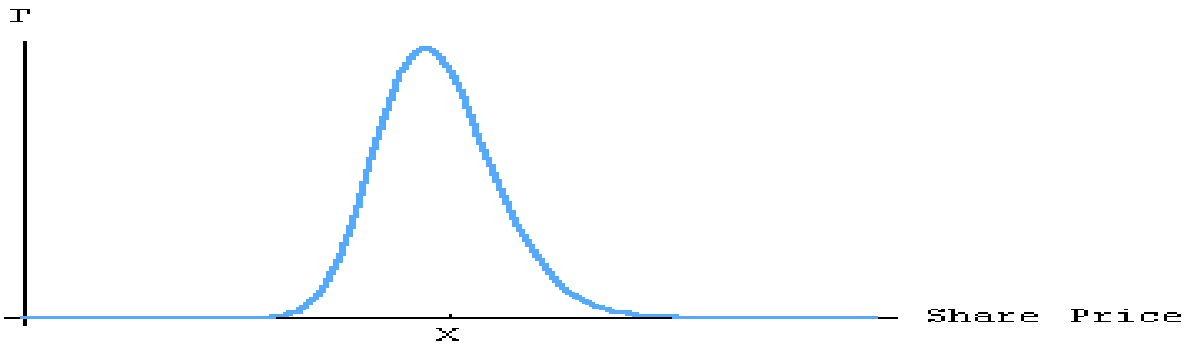
Gamma, opsiyonun deltasının opsiyona konu olan varlığın fiyatına göre değişiminin bir ölçüsüdür. Matematiksel olarak ifade edilirse, opsiyon fiyatının, opsiyona konu olan varlığın fiyatına göre ikinci türevidir.

$$\text{Gamma} = \Gamma = \frac{\partial \delta}{\partial S_0} = \frac{\Delta \delta}{\Delta S_0}$$

Eğer gamma küçük bir değer ise, delta çok yavaş değişmektedir. Eğer gamma yüksek bir değer ise, opsiyonun deltası opsiyona konu olan varlığın fiyatına oldukça duyarlı demektir.[36]

Opsiyona konu olan varlığın fiyatının Δt kadar, çok kısa bir zamanda, ΔS kadar değiştiğini ve portföyün fiyatındaki değişimin $\Delta \Pi$ olduğunu varsayalım. Δt^2 gibi değişkenler ihmal edilirse bir delta-nötral portföy için,

$\Delta \Pi = \theta \Delta t + \frac{\Gamma \Delta S^2}{2}$ formülü geçerli olacaktır.



Grafik 2.3: Avrupa Tipi bir Hisse Senedi Opsiyonu için Gamma'nın Hisse Senedi Fiyatına Göre Değişimi

Kaynak : http://www.quantnotes.com/fundamentals/options/thegreeks-gamma.htm (20 Haziran 2008)

Grafikte, kullanım fiyatı X olan Avrupa tipi hisse senedi opsiyonu için gammanın hisse senedi fiyatına göre değişimi görülmektedir. Hisse senedi fiyatı X olduğunda gamma maksimum değerine erişirken, hisse senedi fiyatının X değerinden uzaklaşması gamma değerini de düşürmektedir.

[36] Hull, **Introduction to Futures and Options Markets**, s.336.

Kar payı dağıtımı yapmayan, Avrupa tipi bir call veya put opsiyonu için gamma,

$\Gamma = \dfrac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T}}$ şeklinde hesaplanır. Formüldeki N'(x) ve d_1 'in karşılıkları

$$N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

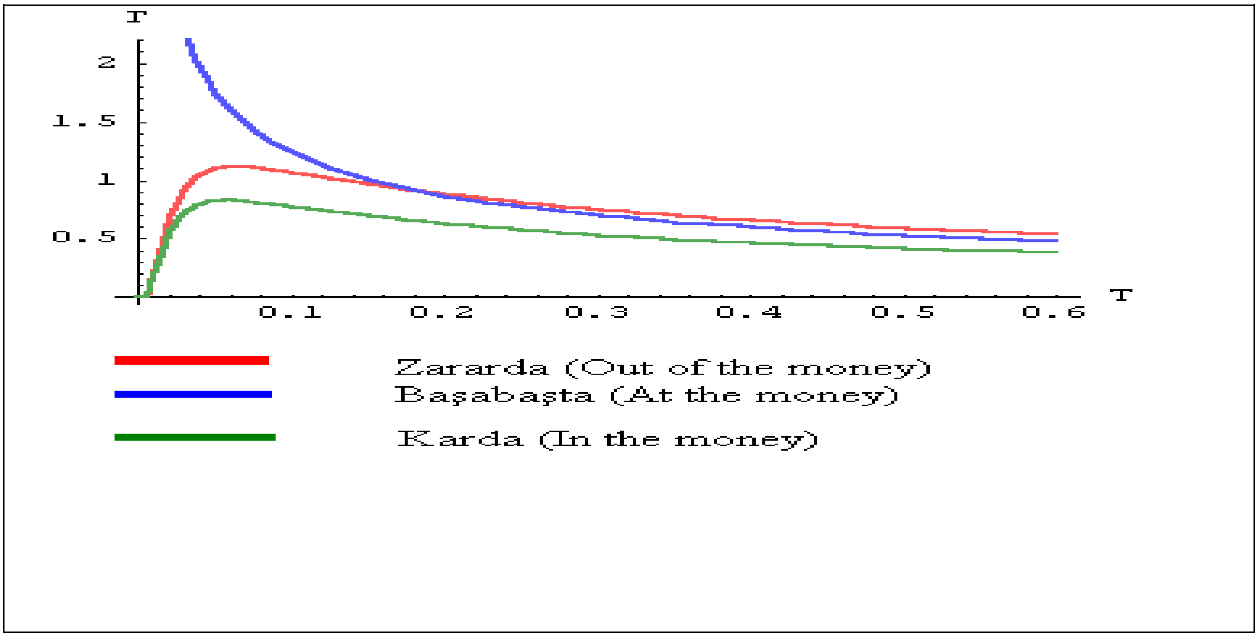
$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

olarak verilmektedir.

q oranında kar payı dağıtan bir Avrupa tipi call veya put hisse senedi opsiyonu için gamma,

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)\, e^{-qT}}{S\sigma\sqrt{T}}, \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.



Grafik 2.4: Avrupa Tipi bir Hisse Senedi Opsiyonu için Gamma'nın Vade Sonuna Kalan Zamana Göre Değişimi

Kaynak: http://www.quantnotes.com/fundamentals/options/thegreeks-gamma.htm (20 Haziran 2008)

Grafikte, başa başta opsiyonlar için vadeye kalan zaman azaldıkça gammanın arttığı, zararda ve karda opsiyonlar için ise gammanın azaldığı görülmektedir.

2.3.1.1.7.4.Vega

Vega[37], opsiyona konu olan varlığın fiyatının standart sapmasının değişimine bağlı olarak, opsiyonun fiyatının nasıl değişeceğinin ölçüsüdür.

$$\text{Vega} = \text{v} = \frac{\partial C}{\partial \sigma_S} = \frac{\Delta C}{\Delta \sigma_S}$$

σ_S = Opsiyona konu olan varlığın yıllık standart sapması

Eğer veganın değeri yüksekse, opsiyonun değerinin opsiyona konu olan varlığın standart sapmasındaki ufak değişikliklere karşı oldukça hassas olduğu söylenebilir. Eğer veganın değeri düşükse, standart sapmadaki değişikliklerin opsiyonun değeri üzerinde az bir etkisi vardır.[38]

Kar payı ödemesi yapmayan Avrupa tipi call veya put hisse senedi opsiyonu için vega aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{v} = S\sqrt{T}\,N'(d_1)$$

Burada,

$$N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \text{ dir.}$$

q oranında kar payı dağıtan, Avrupa tipi call veya put hisse senedi opsiyonu için vega değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{v} = S\sqrt{T}\,N'(d_1)\,e^{-qT}$$

Burada

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \text{ dir.}$$

37 Vega, çeşitli kaynaklarda kappa, sigma ya da lambda olarak da adlandırılmaktadır.
38 Hull, **Introduction to Futures and Options Markets**, s.342.

Bir opsiyon için vega değeri daima pozitiftir ve opsiyonun vadesi boyunca karda, zararda ve başa baş opsiyonlar için vega değeri aynıdır.

2.3.1.1.7.5.Rho

Rho, faiz oranlarındaki yüzdesel değişimin opsiyonun fiyatında oluşturduğu değişimin ölçüsüdür. [39]

$$\text{Rho} = \rho = \frac{\partial C}{\partial r} = \frac{\Delta C}{\Delta r}$$

Rho, opsiyonun değerinin faiz oranlarına olan hassaslığını ölçer.

Kar payı ödemesi yapmayan Avrupa tipi call hisse senedi opsiyonu için rho aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\rho = KTe^{-rT} N\left(d_2\right)$$

Burada,

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q - \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \text{ dir.}$$

Avrupa tipi bir put opsiyonu için ise,

$$\rho = -KTe^{-rT} N\left(-d_2\right)$$

şeklinde hesaplanır.

Formül, q oranında kar payı ödemesi yapan Avrupa tipi call veya put hisse senedi opsiyonları için de uygulanabilir.

[39] Hull, **Introduction to Futures and Options Markets**, s.344.

2.3.1.2.Binomial Model

Binomial model, 1979 yılında John Cox, Stephen Ross ve Mark Rubinstein tarafından yayınlanan bir makaleyle opsiyon fiyatlama modeli olarak formüle edilmiştir. Model aynı zamanda Cox-Ross-Rubinstein modeli olarak da bilinmektedir. Model, Black- Scholes modelinin açıklamakta yetersiz kaldığı, özellikle Amerikan tipi satım opsiyonları ve faiz opsiyonları başta olmak üzere çeşitli türev menkul kıymetlerin fiyatlanması açısından kullanışlıdır.

Opsiyonlar ile diğer türev ürünlerinin değerlemesinde kullanılan binom metodu, sözleşmeye konu menkul kıymetin kesikli rassal yürüyüş modelinden (discrete random walks models) ortaya çıkmaktadır.[40]

Binomial modeli ile Black – Scholes modeli ile arasındaki temel fark, ilkinin süreksiz zamanlı ve sürekli değişkenli, ikincisinin ise sürekli zamanlı ve sürekli değişkenli bir değerleme modeli olmasıdır.[41]

Binomial Model'in varsayımları aşağıda listelenmiştir:[42]

- Hisse senedi fiyatları Geometrik Brownian Hareketi olarak da bilinen Genelleştirilmiş Wiener Süreci'ni izlerler. Yalnız bu süreç süreksiz zamanlıdır. Bu süreçte μ ve σ sabittir.
- Menkul kıymet piyasalarında açığa satış mümkündür.
- İşlem maliyeti yoktur.
- Vergiler ihmal edilmiştir.
- Tüm menkul kıymetler mükemmel düzeyde, bölünebilirlik özelliğine sahiptirler.
- Türev menkul kıymetlerin geçerli olduğu süre içerisinde kar payı ödemeleri yoktur.
- Tüm menkul kıymet piyasalarında ve menkul kıymet piyasalarının arasında risksiz arbitraj olanağı yoktur.
- Menkul kıymet ticareti süreklidir.
- Risksiz faiz oranı tüm vadeler ve borç alım ve verimi için aynı ve sabittir.

Binom modelindeki temel varsayımlarından biri menkul kıymetin fiyatının opsiyonun vadesi boyunca belirli zamanlarda değişmesidir. Opsiyonun vadesi T ise bu zamanlar dt, 2dt, 3dt,…ndt

[40] Paul Wilmott, Sam Howison and Jeff Dewynne, **The Mathematics of Financial Derivatives**, USA: Cambridge University Pres, 1995, s.18.
[41] Gökçe, a.g.e., s. 82.
[42] A.g.e., s. 83.

(T) olarak gösterilebilir. ndt zamanında menkul kıymetin fiyatı S_n ise, (n+1)dt zamanında menkul kıymetin fiyatı ya u oranında artacak ve menkul kıymetin fiyatı S_nu olacaktır ($S_{n+1} = S_n$ u); ya da d oranında azalacak ve menkul kıymetin yeni fiyatı S_nd olacaktır ($S_{n+1} = S_n$d). Menkul kıymetin fiyatının artması olasılığı ρ ise azalmasının olasılığı 1- ρ olacaktır.

Binom modelindeki diğer temel varsayım, riske duyarsız bir dünyanın varlığıdır. Yani, yatırımcıların risk tercihlerinin opsiyonun değerlemesinde hiçbir etkisi yoktur. Bu durumda yatırımcıların, risk konusunda duyarsız olduğu ve sözleşmeye konu olan varlığın getirisinin risksiz faiz oranı olduğu kabul edilecektir.[43]

2.3.1.2.1. Tek Dönemli Binomial Model

Tek dönem binomial model, tüm binomial modellerin temelini oluşturmaktadır. Tek dönemli binomial dönemde bir menkul kıymetin belirli çok kısa bir zaman aralığının sonundaki fiyatı sadece iki değer alabilmektedir. Modelin adı da bu iki terimlilik durumundan kaynaklıdır.

Hisse senedi fiyatının S, vadeye kalan gün sayısının 1 gün olduğu kabul edildiğinde alım opsiyonu sona erdiğinde hisse senedi iki değer almaktadır: eğer u faktörü kadar yukarı doğru hareket ederse hisse senedi fiyatı S_u = S (1+u), d faktörü kadar aşağı hareket ederse, S_d = S(1+d) olacaktır.

Bunu bir adım ileri taşıdığımızda kullanım fiyatı X, cari fiyatı C olan bir satın alım opsiyonu sona erdiğinde fiyatı ya C_u ya da C_d olacaktır. Vade sonunda satın alım opsiyonunun fiyatı içsel değerine eşit olduğundan dolayı, aşağıdaki eşitlik ortaya çıkacaktır:

C_u = Max [0, S (1+u) –X]

C_d = Max [0, S (1+d) –X]

Satım opsiyonları içinse;

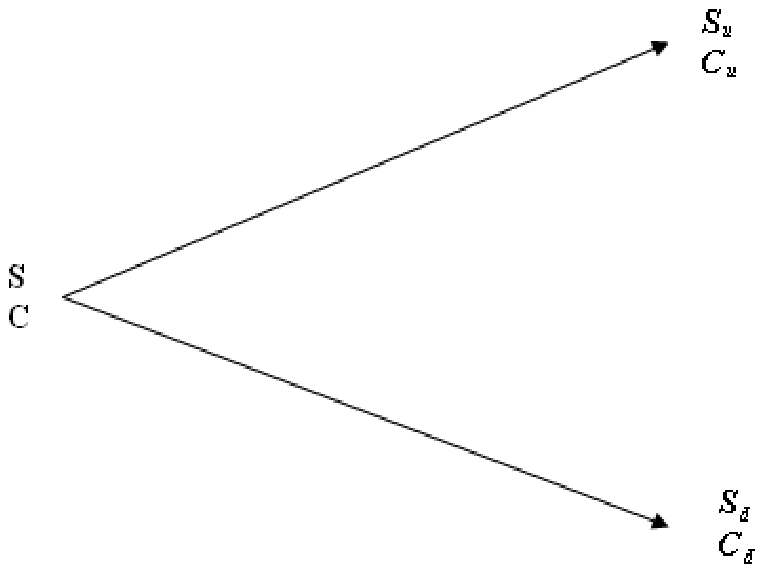
P_u = Max [0, X-S(1+u)]

P_d = Max [0, X-S(1+d)]

denklemleri geçerli olacaktır.

---

[43] Yılmaz, a.g.e., s.109.



Şekil 2.1: Hisse Senedi ve Opsiyon Fiyatının Bir Basamaklı Ağaçta Genelleştirilmesi
Kaynak: Simon Benniga and Zvi Wiener, "The Binomial Option Pricing Model", **Mathematica in Education and Research**, Vol. 6, No.3 (1997), s.3.

Şekilde spot fiyatı S ve satın alma opsiyon fiyatı C olan hisse senedinin fiyatının u faktörü kadar artması durumunda spot fiyatının S_u ve satın alma opsiyon fiyatının C_u olacağı; hisse senedi fiyatının d faktörü kadar düşmesi durumunda spot fiyatının S_d ve satın alma opsiyon fiyatının C_d olacağı gösterilmektedir.

Binomial modeline göre hisse senedinde u kadarlık bir artış ya da d kadarlık bir düşüş gerçekleşmesi durumlarının her ikisinde de eşit getiri elde edilebilecek bir portföy oluşturularak optimum bir opsiyon primi elde edilmektedir. Bu portföyün getirisi de risksiz olmaktadır. Eğer bu iki durumda farklı getiriler elde edilirse portföy yanlış değerlendiği gibi arbitraj imkanı da ortaya çıkmış olacaktır.[44]

Satın alım ve satım opsiyonları için hisse senedi ve opsiyonların dahil olduğu risksiz portföy kurmak mümkündür. Risksiz portföy, korunma portföyü olarak da isimlendirilmekte ve "h" kadar hisse senedi ile satın alım opsiyonunda alınan kısa pozisyondan oluşmaktadır.
Portföyün cari değeri hisse senetlerinin değerinden kısa satın alım opsiyonunun değerinin çıkarılmasıyla elde edilir ve V= hS – C olarak ifade edilebilir.[45]

[44] Yılmaz, a.g.e., s.115.
[45] Çetin Ali Dönmez ve diğerleri, **Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş**, İstanbul: İMKB Yayınları, 2002,

Vade sonunda portföyün değeri V_u ya da V_d olacaktır:

V_u = hS_u - C_u = hS (1+u) - C_u

V_d = hS_d - C_d = hS (1+d) – C_d

Pozisyonun risksiz olabilmesi için hisse senedi fiyatının her durumu için aynı sonuca ulaşılması gerekir. Bu nedenle risksiz pozisyona ulaşılmasını sağlayacak bir h değeri seçilmelidir.

$V_u = V_d$ kabul edildiğinde,

hS (1+u) - C_u = hS (1+d) – C_d ;

$$h = \frac{C_u - C_d}{S(1+u) - S(1+d)} = \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d}$$

Bu denklemde C_u, C_d ve h bulunabilir. Risksiz bir portföy, risksiz getiri sağlayacağından bir dönem sonra portföyün değeri, risksiz faiz oranından elde edilecek tutar kadar artacaktır.

Eğer portföyün cari değeri risksiz faiz oranında artarsa, opsiyonun vade sonu geldiğinde portföyün değeri (hS-C)(e^{rT}) olacaktır. Vade sonunda portföyün iki değeri de birbirine eşit olup, ikisinden biri seçilebilir. V_u seçilip risksiz faiz oranından bileşiği alınmış portföyün değerine eşit hale getirilirse;

V. e^{rT} = V_u

(hS- C) = [hS(1+u)- C_u] e^{-rT}

h= $\frac{C_u - C_d}{S_u - S_d}$ olduğundan h yerine bu eşitlik koyulursa opsiyonun bugünkü değeri;

$$C = e^{-rT}\left[pC_u + (1-p)C_d\right]$$

olarak formüle edilebilir. Formüldeki p aşağıdaki gibidir.

s.140.

$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d}$$

Tek dönemli Binomial modelde hisse senedi fiyatının yukarı ya da aşağı doğru hareket etme olasılıkları doğrudan opsiyonun fiyatına yansımamıştır. Bunun nedeni, opsiyon fiyatlarının opsiyona konu olan hisse senedinin fiyatındaki dönemlere göre hesaplanması ve hissenin fiyatındaki yön değişimi olasılıklarının hisse fiyatına yansıtılması olarak gösterilebilir.

2.3.1.2.1.1.Riske Duyarsız Değerleme

Binomial modelde p değişkenini hisse senedi fiyatının yukarı doğru hareketlenme, 1-p değişkenini de aşağı doğru hareketin olasılığı olarak görmek mümkündür. Bu durumda, pC_u + (1-p)C_d ifadesi, opsiyonun beklenen değeri olarak adlandırılabilir. Yukarı yönlü hareket olasılığının p olduğu varsayımı altında T sürede beklenen hisse senedi fiyatı E(S_T) olarak ifade edilir ve karşılığı aşağıdaki gibidir:

E(S_T) = pS_u + (1-p) S_d .

$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d}$ olduğuna göre p yerine bu değeri eşitliğe koyarsak,

E(S_T) = Se^{rT}

Bu eşitliğe göre hisse senedi fiyatı ortalama olarak risksiz faiz oranında gelişmektedir. Yukarı doğru hareket olasılığı p olarak kabul edildiğinde hisse senedi kazancı risksiz faiz oranına eşit olacaktır.

2.3.1.2.2. İki Dönemli Binomial Model

Binomial modelde gerçekçilik payını arttırabilmek için tek dönemli yaklaşıma yeni bir dönem eklenerek iki dönemli binomial model oluşturulabilir. Bu durumda vade sonunda elde edilecek sonuçların sayısı artacaktır. [46]

İki dönemli binomial modelde hisse senedinin başlangıçtaki değeri S'dir. Her basamakta hisse senedinin fiyatı başlangıçtaki değerinin u katı kadar artacak ya da başlangıçtaki değerinin d katı kadar azalacaktır. Opsiyon değerleri de aynı şekilde oluşacaktır. Risksiz faiz oranının r ve vade uzunluğunu da ΔT yıl olduğunu varsaydığımızda,

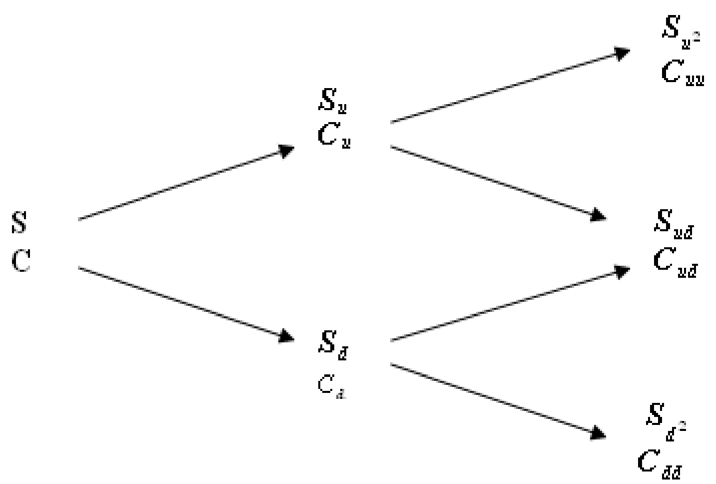
C_u = $e^{-rT}[p\,C_{uu} + (1-p)\,C_{ud}]$

C_d = $e^{-rT}[p\,C_{ud} + (1-p)\,C_{dd}]$

C = $e^{-rT}[p\,C_u + (1-p)\,C_d]$ formülünde C_u ve C_d yerine karşılıklarını yazdığımızda

C = $e^{-2rT}[p^2 C_{uu} + 2p(1-p)\,C_{ud} + (1-p)^2\,C_{dd}]$

denklemine ulaşırız.



Şekil 2.2: İki Dönemli Binomial Ağaç Modeli

Kaynak: John C. Cox, Stephen A. Ross, Mark Rubinstein, "Option Pricing: A Simplified Approach", **Journal of Financial Economics**, Vol.7, No.3 (September 1979), s.239.

Şekilde spot fiyatı S, satın alma opsiyon fiyatı C olan hisse senedinin iki dönemde alabileceği değerler gösterilmektedir.

---

[46] Yılmaz, a.g.e, s.116.

Elde edilen formülün riske duyarsız yaklaşıma uygun olduğu açıktır. p^2, $2p(1-p)$ ve $(1-p)^2$ sırayla en yüksek, orta ve en düşük fiyatların oluştuğu dallara ulaşma olasılıklarıdır. Opsiyonun fiyatı, riske duyarsız bir dünyada beklenen kazancın risksiz faiz oranıyla hesaplanan bugünkü değeridir. Binomial ağacın daha fazla basamak eklenerek genelleştirilmesi durumunda da riske duyarsız değerleme yaklaşımının geçerli olduğu görülecektir.[47]

2.3.1.2.2.1.Amerikan Tipi Opsiyonlarda Binomial Modelin Kullanılması

Binom model ile Avrupa tipi opsiyonların nasıl fiyatlandığı Binomial Modeli bölümünün önceki başlıklarında açıklanmıştı. Bu bölümde ise Amerikan tipi opsiyonların nasıl fiyatlandığı açıklanmıştır. Bilindiği gibi Amerikan tipi opsiyonlar opsiyonun herhangi bir anda işletilebilmesinden ötürü Avrupa tipi opsiyonlardan farklıdır. Amerikan tipi opsiyonlarda opsiyonu elinde bulunduran her an bekleme ve opsiyonu kullanma arasında karar vermek durumundadır. Bu karar rasyonel bir kriter yardımı ile verilecektir, bu kriter de opsiyonun değeridir. Eğer opsiyonun değeri beklenilmesi durumunda yüksek ise yatırımcı opsiyonu kullanmayı erteleyecek, eğer o an bozdurmak sureti ile elde edeceği portföy değeri daha büyük ise opsiyonu kullanacaktır. Dolayısıyla Amerikan tipi opsiyonlar, binom ağacının her düğüm noktasında beklenen değer ile o anki değerin karşılaştırılması ve büyük olan değerin söz konusu düğüm noktasına yerleştirilmesiyle hesaplanacaktır.

Amerikan tipi alım opsiyonlarda opsiyonun sondan önceki dallarındaki değeri

= Max[(e^{-rT}(pC_u +(1-p)C_d); X-S_a], (a $\in\{u,d\}$) olmaktadır.

Satım opsiyonlarında ise bu değer:

= Max[(e^{-rT}(pC_u+(1-p) C_d); S_a -X], (a $\in\{u,d\}$) olarak gerçekleşir.

Amerikan tipi opsiyon değeri, sadece beklenen değerin göz önüne alındığı Avrupa tipi opsiyonların aksine, bu değerden yüksek olabilecek o anki değerler de katıldığı için Avrupa tipi opsiyon değerinden her zaman daha yüksektir ya da eşittir.

2.3.1.2.3. Çok Dönemli Binomial Model

Çoklu dönem binomial dönemde fiyatlanacak olan opsiyonun vadesi eşit zaman aralıklarına bölünerek işlem her zaman aralığı için sıra ile tekrarlanır. Dönem adedi i olursa, çoklu dönem Binomial Modelde vadede i+1 adet olası hisse senedi fiyatı oluşmakta ve bu fiyatlar vadeden

---

[47] Hull, **Introduction to Futures and Options Markets**, s.249.

(sonuncu alt dönemin sonundan) geriye doğru çekilerek her dönemin sonunda oluşacak olası fiyatlar tek tek hesaplanmaktadır.

Opsiyonun vade sonuna n dönem kaldığı durumlarda Avrupa tipi alım opsiyonun fiyatı şu şekilde hesaplanacaktır:

$$C = e^{-rnT} \sum_{j=0}^{n} \binom{n}{j} p^j (1-p)^{n-j} \, Max\left[0, Su^j d^{n-j} - X\right]$$

Formülde ;

$u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}}$

$d = e^{-\sigma \sqrt{\Delta t}}$

$\Delta t =$ periyot uzunluğu

$p = \dfrac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$

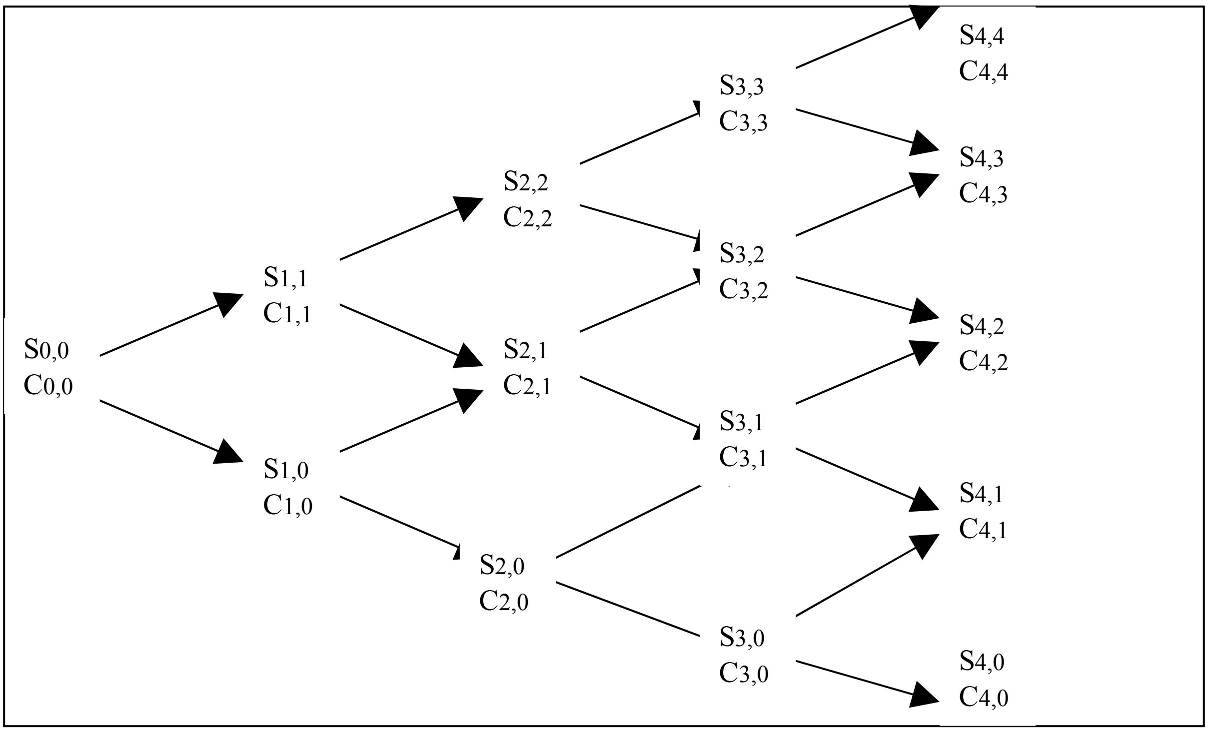
T = vade uzunluğu

$\sigma =$ standart sapma

Amerikan tipi opsiyonlarda ise erken uygulama hesaba katıldığı için sondan bir önceki Binomial dallarından itibaren opsiyonun değeri beklenen değerle o anki değerin karşılaştırılması ve büyük olanın alınmasıyla elde edilir.

Opsiyonun vadesi, uzunluğu Δt olan N parçaya bölünürse ve iΔt zamanında j-nci dalda hisse senedinin fiyatı $Su^j d^{i-j}$ $\left(0 \leq i \leq N, 0 \leq j \leq i\right)$ iken opsiyonun değerini C_{ij} olarak tanımlayalım. Bu durumda Amerikan tipi alım opsiyonu için;

$$C_{ij} = \max\{Su^i d^{i-j} - K, \, e^{-r\Delta T}\left[pC_{i+1,j+1} + (1-p)C_{i+1,j}\right]\}, \; 0 \leq i \leq N-1, \; 0 \leq j \leq i$$



Şekil 2.3: Çoklu Dönem Binomial Ağaç Modeli

Kaynak: John C. Cox, Stephen A. Ross, Mark Rubinstein, "Option Pricing: A Simplified Approach", **Journal of Financial Economics**, Vol.7, No.3 (September 1979), s.242.

Şekilde $S_{i,j}$ spot fiyatlı ve $C_{i,j}$ satın alma opsiyonunun fiyat hareketleri görülmektedir. i, iΔt zamanını ifade ederken, j ise hissenin yukarı yönlü hareket sayısını göstermektedir.

Formülde p, iΔt zamanındaki (i,j) dalından (i+1)Δt zamanındaki (i+1, j+1) dalına hareket etme olasılığının karşılığıdır.

2.3.1.2.4. Binomial Ağaç Modelinin Döviz, Faiz ve Futures Opsiyonları İçin Kullanımı

Kar payı vermeyen hisse senedi opsiyonlarının değerlemesi için kullanılan Binomial model, q oranında sürekli bir kar payı ödemesi olan bir hisse senedi opsiyonuna uyarlanabilir.

Kar payları q oranında bir kazanç sağlayacağından, riske duyarsız bir dünyada hisse senedinin fiyatının kazancının tek başına ortalama r-q olması gerekir. Bu nedenle,

$Se^{r\Delta t} = p\,S_u + \left(1-p\right)S_d$ eşitliği aşağıdaki gibi değişir:

$Se^{(r-q)\Delta t} = pS_u + (1-p)S_d$

Aynı şekilde,

$e^{r\Delta t} = pu + (1-p)d$ eşitliği de

$e^{(r-q)\Delta t} = pu + (1-p)d$ şeklinde değişir.

Futures kontratları r oranında sürekli kar payı ödemesi yapan hisse senedi olarak düşünülebilir. Dolayısıyla $e^{(r-q)\Delta t}$ teriminde r ve q birbirine eşit olduğu için bu terimin karşılığı 1 olur.

Döviz opsiyonlarında ise üzerine opsiyon kontratı yazılmış döviz için risksiz faiz oranı q terimine eşit olacaktır. Buradan düzenlenmiş opsiyon fiyatlama formülünden opsiyon fiyatı elde edilebilir.

2.3.1.2.5. Kar Payı Veren Hisse Senedi Opsiyonları İçin Binomial Model

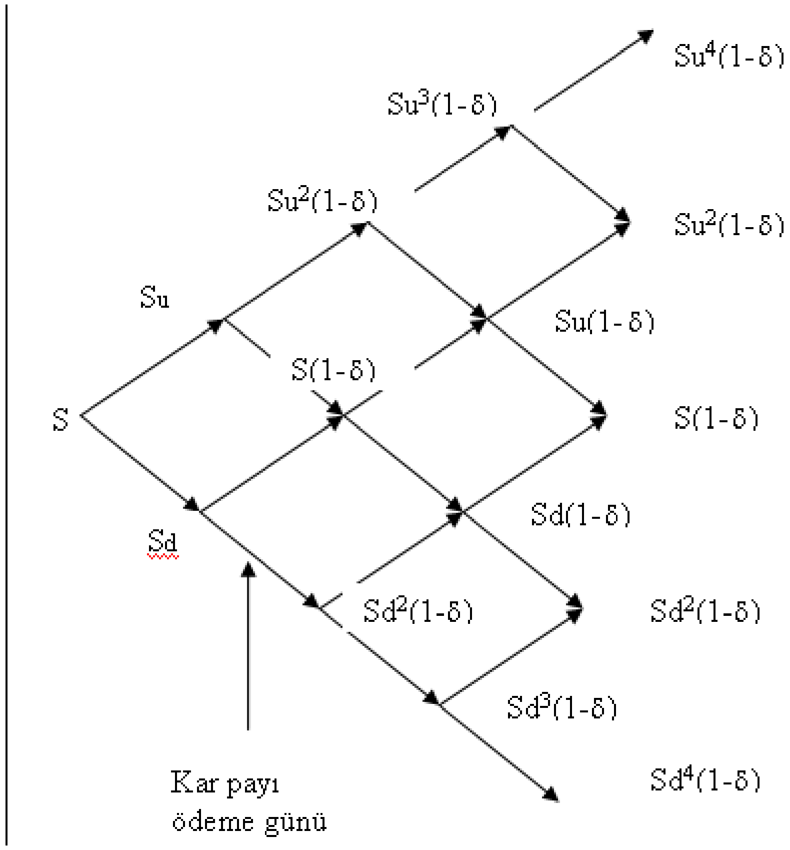
Bu bölümde belirli zamanlarda kar payı veren hisse senedi opsiyonları için binomial modelin kullanılması incelenmektedir.

Gelecekte belli bir zamanda ödenen kar payı oranının δ olduğunu varsayarsak; binomial ağacı şu şekilde şekillenecektir:

Eğer iΔt zamanı hisse senedinin kar payı vermesinden önceki bir zamansa ağacın dallarındaki hisse senedi fiyatında bir değişiklik yapılmaz ($Su^j d^{i-j}$, j=0,1,…,i)

Eğer iΔt zamanı hisse senedinin kar payı vermesinden sonraki bir zamansa, ağacın dallarındaki hisse senedi fiyatı:

S(1-δ) $u^i d^{i-j}$, j=0,1,…i olacaktır.



Şekil 2.4: Belirli Bir Zamanda Kar Payı Veren Hisse Senedi Opsiyonu İçin Binomial Model

Kaynak: Robert W. Kolb, **Understanding Options**, New York: John Wiley and Sons, 1995, s.176.

Eğer kar payı oranı yerine dağıtılacak kar payının miktarı biliniyorsa bu durum modele şu şekilde yansır:

Hisse senedinin kar payı ödemesinin dönem içinde bir kez kΔt ve (k+1) Δt zamanı arasındaki τ zamanında ve kar payı miktarının D olduğunu varsayarsak, $i \leq k$ iken, ağacın dallarındaki iΔt zamanındaki hisse senedi fiyatları,

$Su^{j} d^{i-j}$, j= 0,1,…i

i = k+1 iken, ağacın dallarındaki hisse senedi fiyatları ,

$Su^{j} d^{i-j}$ - D , j= 0,1,…i

i = k+2 iken, ağacın dallarındaki hisse senedi fiyatları,

$\left(Su^{j} d^{i-1-j} - D\right)$u ve $\left(Su^{j} d^{i-1-j} - D\right)$d , , j= 0,1,…i

olacaktır. Opsiyon fiyatı da hisse senetlerinin bir sonraki dallarındaki opsiyon değerlerinin ağırlıklı ortalamalarının alınmasıyla elde edilebilir.

2.3.2. Gelişmiş Opsiyon Fiyatlama Modelleri

Black ve Scholes, temel opsiyon fiyatlama modelini 1970'lerin başında geliştirmişti. Bu opsiyon fiyatlama tekniği daha sonra bir endüstri standardı haline geldi. Ancak Black-Scholes opsiyon fiyatlama tekniğinin de her zaman opsiyonları doğru fiyatlayamadığı ortaya çıkmıştır.[48] Özellikle büyük ölçüde para içi ve para dışı opsiyonlarda gerçek piyasa primleri ile Black-Scholes primleri arasında önemli farklar belirlendi.

Sorun kısmen Black-Scholes modelinin kullandığı varsayımlara bağlanabilir. Model, varyansın zaman içinde sabit kaldığını ve hisse senedi getirilerinin lognormal bir dağılıma sahip olduğunu kabul eder.

İkinci varsayımın geçerli olmayabileceği açıktır ve enformasyon yapısına bağlı olarak hisse senedi getirilerinin normal veya lognormal olmayan dağılımlar gösterebileceği çeşitli kaynaklarda gösterilmiştir.[49] Normal dağılım hipotezi zaman içinde senet getirilerinin biribirinden tamamen bağımsız olduğu sonucunu ortaya koyarken gerçek piyasalarda zaman içinde senet getirileri arasında sistematik olmayan bazı bağlantılar olabileceği saptanmıştır. Son yıllarda elde edilen bulgulara göre hisse senedi getirilerinin dağılımları negatif bir yatıklık (skewness) göstermekte; bu da lognormal dağılım hipotezini kullanan ve yatıklığın sıfır olduğunu varsayan Black –Scholes modelinin büyük ölçüde para dışı olan call ve put primlerini, olduğundan küçük değerlerde tahmin etmesine yol açmaktadır.[50]

Varyansın zaman içinde sabit kalmadığı da yaygın bir bulgudur. Senet getirilerinin normal dağılmamasına bağlı olarak, senet getirilerinin fiyatlarının varyansları da zaman içinde önceden öngörülemez biçimde değişebilmekte[51] ve stokastik bir karakter gösterebilmektedir.[52]

Tüm bu nedenlerle 1970'lerin ortalarından 2000'li yıllara kadar devam eden bir süreç başlamıştır. Bu süreç içinde Black- Scholes modeline alternatifler aranmakta, farklı varsayımlar

---

[48] J.E. Finnerty, "The Chicago Board of Options Exchange and Market Efficiency", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol.13, (1978), s.29.

[49] Ümit Erol, **Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik**, İstanbul: İMKB Yayınları,1999, s.418, R. P. Castanias, "Macroinformation and the Variability of Stock Market Prices", **Journal of Finance**, Cilt.34, (1979), s. 440. (Erol, Castanias'tan yararlanmıştır)

[50] David S. Bates; "Testing Option Pricing Models" , G.S. Maddala and Rao, North Holland, (Ed.),**Handbook of Statistics,** Vol.14, (1995), ss. 567-611

[51] Louis O. Scott, "Option Pricing When the Variance Changes Randomly: Theory, Estimators and Applications", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol.22, No.4 (1987), s.425.

[52] Elias M. Stein and Jeremy C. Stein, "Stock Price Distributions with Stochastic Volatility", **Review of Financial Studies**, Vol.4, No.4 (1991), s.744.

çerçevesinde opsiyon fiyatlama modelleri elde edilmektedir. Aşağıda gelişmiş opsiyon fiyatlama modellerinden CEV Modeli, Sıçramalı Süreç Modeli, Stochastic Volatilite Modeli ve İkinci Dereceden Yaklaşım Modelleri açıklanmıştır.

2.3.2.1.Sabit Elastikiyetli Varyans (CEV) Modeli

Black- Scholes formülüne karşı geliştirilen alternatiflerden en eskilerinden biri Cox ve Ross tarafından 1976'da geliştirilmiş olan Sabit Elastikiyetli Varyans Modelidir.[53] Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli, hisse senedi fiyatları ile bu fiyatların standart sapması arasında ters yönlü bir ilişki olduğu varsayımına dayanır. Buna göre hisse senedi fiyatları arttıkça, standart sapma düşme eğilimi gösterir. Model, standart sapmayı Black- Scholes Modeli'nde olduğu gibi zaman içinde sabit kabul etmez ve standart sapmadaki değişimleri (gerçekte anlık değişimleri), hisse senedi fiyatlarındaki anlık değişmeye aşağıdaki formülle bağlar.

$$\sigma = \delta S^{\psi - 1}$$

Burada δ anlık standart sapmayı, S hisse senedi fiyatını, Ψ ise iki değişkeni biribirine bağlayan parametre değerini gösterir. Model, $\Psi < 1$ kısıtlamasını kabul eder ve Ψ bu kısıtlamaya tabi olduğunda senet fiyatları ile standart sapma arasında yukarıda değinilen ters yönlü ilişki elde edilmiş olur. Modelin adı (Sabit Elastikiyetli Varyans), elastikiyet tanımından kaynaklanır. Senet fiyatlarındaki bir birimlik değişimin standart sapmada yarattığı değişim miktarı elastikiyet kavramını verir.

Elastikiyet, matematiksel olarak $\frac{\partial \delta^2}{\partial S} \frac{S}{\partial \delta^2}$ formülüyle ifade edilebilir.

$\sigma = \delta S^{\psi - 1}$ denklemi sonucu, bu elastikiyet $2\Psi - 2$ ifadesine eşittir ve Ψ, sabit bir sayıya eşit olduğu ve $\Psi < 1$ şartı geçerli olduğu için $\frac{\partial \delta^2}{\partial S} \frac{S}{\partial \delta^2}$ terimi (elastikiyet) her zaman sabit ve negatiftir.

Bu kısıtlama altında sürekli hedge yapıldığında aşağıdaki kısmi diferansiyel denklem elde edilir:

$$\frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial S^2} O^2 S^{2\psi} + \frac{\partial C}{\partial t} + rS\frac{\partial C}{\partial t} - rC = 0$$

[53] J. Cox and S. Ross, "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes", **Journal of Financial Economics,** Vol. 3, No. 1-2 (1976), s. 145.

Bu diferansiyel denklem aşağıdaki sınırlamalara tabidir.

C= max (S-x, 0)

$0 \leq t \leq T$

$0 \leq S < +\infty$

Sınırlamalarda X eksersiz fiyatını, T ise operasyonun vadesini gösterir. İlki bilinen içsel değer kısıtlamasıdır. İkincisi zaman değişkeni olan t'nin vade süresini aşmadığını, üçüncüsü ise spot fiyatın 0 ile ∞ arasında değer alabileceğini (negatif olamayacağını) gösterir. Bu kısıtlamalar çerçevesinde denklem çözüldüğünde aşağıdaki sonuca ulaşılır.

$$C = S\sum_{n=0}^{\infty} g\left(\lambda S^{-\phi}, n+1\right) G\left[\lambda\left(K e^{-rT}\right)^{-b}, n+1-\frac{1}{\phi}\right]$$
$$- X e^{-rt}\sum_{n=0}^{\infty} g\left(\lambda S^{-\phi}, n+1-\frac{1}{\phi}\right) G\left[\lambda\left(K e^{-rt}\right)^{-\phi}, n+1\right]$$

$\Phi = 2\,\Psi - 2$

$\lambda = 2r / \delta^2 \quad \Phi \quad \left(e^{\phi rt} - 1\right)$

Denklem komplike gözükmekle beraber, terimlerin anlamları değerlendirildiğinde daha anlamlı gelebilir. Terimlerden S, X, δ, r ve t standart Black-Scholes denkleminde kullanılan girdilerdir. Ψ terimi, $\sigma = \delta\ S^{\psi - 1}$ denklemindeki ilişkiden kaynaklanır. Pratikte bu terimin geçmişteki standart sapma ve fiyat serileri kullanılarak aşağıdaki regresyon denklemiyle tahmin edilmesi gerekir.

$\text{Log}\ \delta_t = \alpha + \beta \log S_t + e_t$

Bu denklemden elde edilen β katsayısı kullanılarak ve $\Psi = 1+\beta$ eşitliği çerçevesinde Ψ terimi ampirik olarak tahmin edilebilir. Φ ve λ terimleri, Ψ ve standart Black- Scholes girdileri cinsinden elde edilebilir. Denklemde yer alan g(z,n) terimi bir gama yoğunluk fonksiyonudur (gamma density function). Bu gamma yoğunluk fonksiyonu daha iyi bilinen bir gama fonksiyonu olan ($\Gamma(n) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt$) cinsinden aşağıdaki biçimde ifade edilebilir.

$$g(z,n) = e^{-z} z^{n-1} / \Gamma(n)$$

Diğer terim olan G (w, n) ise tamamlayıcı gama dağılım fonksiyonudur (complementary gamma distribution function). Tamamlayıcı gama dağılım fonksiyonunun tablo değerleri temel matematik kaynaklarda bulunabilir.[54] Tamamlayıcı gama dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$G(m,v) = [\Gamma(m)]^{-1} \int_v^\infty e^{-u} u^{m-1} du$$

Denklemin dikkat çeken yanlarından biri de toplam sembolünü bulundurmasıdır. Yani formülde opsiyon n değerinin seçilmesine göre t_1 ‘den t_2’ye kadar çok kısa bir süre için fiyatlandırılmakta ve bu operasyon opsiyonun fiyatlandığı andan vade sonuna kadar olan sürede sürekli olarak ve n defa tekrarlanmakta, çok küçük aralıklar için bulunan n tane opsiyon değerinin toplanmasıyla nihai opsiyon fiyatı bulunmaktadır. Denklemde n parametresi 0’dan ∞ ‘a kadar değiştirilmekte ve dolayısıyla sonsuz bir seri elde edilmektedir. (n’in sonsuza gitmesi değerlendirmenin yapıldığı aralığın sonsuz küçük bir rakama gittiği anlamına gelir. Sonsuz küçük rakama gidildikçe matematik olarak kesikli süreç, diferansiyel denklemlerle ifade edilebilen sürekli bir süreç haline dönüşür) n sonsuza giderken denklemdeki sonsuz iki serinin limiti varsa denklem tek bir değer için ve numerik yaklaşım metodu ile çözülebilir.[55]

Ψ parametresinin tüm hisse senetleri için aynı ve zaman içinde sabit kabul edilirse matematiksel açıdan uygulaması zor süreç, daha kolay hale getirilebilir. Ancak ampirik bulgulara göre Ψ değeri hisseler arasında farklılıklar göstermekte, ve genellikle 1/2 ile 2 arasında değişmektedir. Ayrıca Ψ, aynı hisse için farklı zamanlarda farklı değerler de alabilir.[56]

Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli, opsiyona konu olan varlığın fiyatıyla, volatilitesi arasındaki bağıntının doğru kurulmasıyla geleneksel modellerden daha gerçekçi sonuçlar ortaya koyabilir.

---

[54] Milton Abramowitz and Irene Stegun, **Handbook of Mathematical Functions**, 9.b. , New York: Dover Publications, 1972, s.255.

[55] Ümit Erol, **Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik**, İstanbul: İMKB Yayınları,1999, s.421.

[56] James D. MacBeth and Larry J. Merville, “Tests of Black-Scholes and Cox Call Option Valuation Models”, **Journal of Finance**, Vol.35, No.2 (May 1980), s. 287.

Etkin bir sonuç alınması için opsiyona konu olan varlığın işlem gördüğü piyasa da dikkate alınarak varlığın fiyatı ve değişkenliği arasında uygun bir bağıntı girilmelidir. [57]

2.3.2.2. Sıçramalı Süreç Modeli (Jump –Diffusion Model)

Opsiyon literatüründe ilgi gören modellerden biri de Merton tarafından geliştirilen Sıçramalı Süreç Modeli (Jump Diffusion Model) dir.[58] Modele yol açan gözlem, Black-Scholes modelinin dayandığı varsayımlardan biridir. Black-Scholes modelinde hisse senedi fiyatlarının zaman içinde sürekli olduğu varsayımı vardır. Bu varsayıma göre hisse senedi serisinin her noktada türevi alınabiliyor demektir. Ancak gerçekte, senet serileri belli noktalarda ani sıçramalar yapabilmektedir. Bu durum, fiyat-zaman grafiğinde kendini belli boşluklar olarak gösterir. Pratikte karşılaşılan bu durum, Black-Scholes varsayımlarının geçerli olmadığı ve hisse senedi serilerinin her noktada türevi alınabilen düzgün ve sürekli seriler olmadığı anlamına gelir.

Merton, bu probleme seriyi iki kısma ayırarak başlamıştı. Serinin Black- Scholes varsayımlarına uygun sürekli nitelikte bir kısmı (Difüzyon kısmı), bir de buna eklemlenen bir sıçrama (jump) elemanı vardır. Difüzyon kısmının lognormal dağılımına uygun bir Wiener süreci olarak karakterize edilebileceği varsayılır. W_t ile ifade edilen Wiener süreci ya da Brown hareketi, sürekli olan, $W_0 = 0$ koşulunu sağlayan ve artışların ortalaması 0, varyansı ise dt olarak normal dağılan bir süreçtir. Wiener süreçteki artışı dW_t olarak gösterecek olursak $dW_t \sim N(0, dt)$ şeklinde ifade edilebilir.[59]

Diğer yandan sıçramalar, tesadüfi bir süreçle belirlenir. Sıçrama sıklığı ve sıçramaların boyu (jump amplitude) Poisson dağılımı denen bir olasılık fonksiyonu tarafından belirlenir. Poisson dağılımına göre herhangi bir negatif olmayan bir tamsayı olan *k* sayida (*k*=0, 1,2, 3...) olay ortaya çıkma olasılığı şöyle ifade edilir:

$$f\left(k,\lambda\right) = \frac{\lambda^{k} e^{-\lambda}}{k!}$$

Matematiksel bir ifadeyle $\Delta \Pi j$ bir Poisson tesadüfi değişkenidir. Eğer λ gibi bir olasılıkla (λ, 0 ile 1 arasında değerler alabilir) sıçrama olursa $\Delta \Pi j$ değişkeni 1 değerini, (1- λ) gibi bir olasılıkla sıçrama olmazsa (diğer alternatif) $\Delta \Pi j$ değişkeni 0 değerini alır. Sürece göre Poisson olasılık

[57] Sheldon Natenberg, **Option Volatility and Pricing,** New York: Mc Graw-Hill, 1994, s.400.
[58] Robert C. Merton, "Option Pricing When Underlying Stock Returns are Discontinuous", **Journal of Financial Economics**, Vol.3, (1976), ss. 125-144
[59] Yıldırak, Çalışkan ve Çetinkaya,,a.g.e., s.55.

fonksiyonu çerçevesinde belli anlarda tesadüfen bir sıçrama olabilir ve bu sıçrama senet fiyatını S'den SJ'ye götürebilir (J sıçrama boyunu gösterir, bunun da ortalama değeri μ ve varyansı Ψ^2 olan lognormal bir olasılık fonksiyonuyla belirlendiği varsayılır. Yani gerek sıçramaların zamanlaması, gerekse sıçrama oluştuğunda oluşacak sıçrama boyu tesadüfi süreçler olarak karakterize edilmiştir.)

Merton, sıçrama içeren süreçlerle ve belli varsayımlar altında, risksiz faiz haddinden fazla getiri sağlamayacak sürekli bir hedge pozisyonunun tanımlanabileceğini ve bu hedge pozisyonunun kısmi bir diferansiyel denklemle karakterize edilebileceğini gösterir. Merton modeli bu belli kısıt koşulları altında bu diferansiyel denklemi çözerek sıçramalı difüzyon süreçleri için aşağıdaki call prim fiyatını bulur. Bulunan prim fiyatı, sıçramanın zaman içinde bir trend oluşturmadığı ve senedin temettü dağıtmadığı varsayımlarını yansıtır. (model temettü dağıtımları için düzenlenebilir)[60]

$$C = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{\lambda t}(\lambda t)^n}{n!} C\left(S,t,r,\delta^2 + \frac{n\psi^2}{t},X\right)$$

Merton modelinde belirtilen call opsiyonu primi de sonsuz seri ifadesidir. Opsiyon vadesinin önce (uygulayıcı tarafından seçilen yeteri kadar büyük) n kadar eşit aralığa ayrıldığı varsayılmaktadır. Kümülatif toplam işareti içinde iki kısım yer almaktadır. İkinci kısım Black-Scholes prim fiyatıdır. Bu kısmın Black-Scholes formülünden tek farkı standart sapmanın (δ) yerini $\delta^2 + \frac{n\psi^2}{t}$ ifadesinin almış olmasıdır. Hisse senedi fiyatı serisinin sıçrama içermeyen kısmının (difüzyon kısmı) standart sapması (δ) 'na sıçramaların bu varyansa katkısı ilave edilmiştir._

Formüldeki $\frac{e^{\lambda t}(\lambda t)^n}{n!}$ kısmı, sıçramalar için yapılmış bir düzeltmedir. Buradaki λ, bir sıçrama olasılığını göstermektedir. Ψ^2 ise sıçrama boylarını belirlediği varsayılan lognormal dağılımın varyansıdır.

Formüldeki ifade şu şekilde açıklanabilir: Vadeye kadar olan süre; n kadar eşit ağırlığa bölünmektedir. Bu bölümleme ile vadeye kadar olan süre, her biri t kadar çok kısa süreli n kadar

[60] Erol, a.g.e.,s.423.

süreye bölünmüştür. Opsiyon değeri bu çok kısa zaman süreleri için Black- Scholes yaklaşımıyla bulunmakta, daha sonra bu bileşenler toplanmaktadır. Opsiyon çok kısa t süreleri için değerlendirildiğinden argümanda yer alan r (risksiz faiz haddi) ve δ (standart sapma) anlık değerlerdir. Ancak Merton, difüzyon kısmı için Black-Scholes'un risksiz faiz oranının vade sonuna kadar sabit kaldığını ve standart sapmanın da sabit kaldığı varsayımlarını kullanır. Bir anlamda opsiyon, sıçrama faktörüyle düzeltilmiş ve biribiri ardına eklemlenen n kadar Avrupa Black-Scholes opsiyonunun toplamı olarak görülebilir. Opsiyonun nihai prim fiyatı n sonsuza götürülerek (t sonsuz küçük sayıya götürülerek) bulunur. Bu operasyon, sonsuz bir seri oluşturur. Eğer bu seri, n sonsuza gittikçe sonlu bir değere yaklaşıyorsa, bu değer opsiyonun prim fiyatı olacaktır.[61]

Pratikte formülü uygulayabilmek için standart Black-Scholes girdilerine ek olarak sıçrama oluşturan lognormal dağılımın, bu dağılımın varyansının ve sıçrama olasılıklarının bilinmesi gerekir. Bu değerler, gerçekte gelecekte oluşacak değerlerdir. Ancak ampirik olarak geçmiş verilerden saptanması gerekir. Genelde değişik bu iki parametreye farklı değerler verilerek denklem çözülür ve bulunan değer geçmişteki piyasa primleriyle karşılaştırılır. Ardından denklemin çözümünü piyasa primine en çok yaklaştıran λ ve Ψ parametre değerleri saptanır.
Daha sonra bu parametre değerleri kullanılarak opsiyon geleceğe yönelik fiyatlanır.

Bu model, sıçramaların toplam senet varyansına olan katkısı (Ψ terimi) yeterince büyükse anlam ifade etmektedir. Dolayısıyla döviz kurları gibi üzerine opsiyon yazılan enstrümanlardan sıçrama faktörünün toplam varyansa önemli katkıda bulduğu durumlarda bu modelin kullanılması daha uygundur.

Doğru kullanılması durumunda geleneksel modellerden daha etkin sonuçlar elde edilmesi mümkün olan Sıçramalı Süreç Modeli'nin dezavantajı Black-Scholes Modeli'ni kullanmak için gereken girdilere ek olarak tahmin edilmesi güç sıçrama boyu ve sıçramaların gerçekleşme olasılığı girdilerini de içermesidir. Bu girdilerin uygun girilmemesi durumunda geleneksel opsiyon fiyatlama modellerinden daha az gerçekçi sonuçlar ortaya çıkabilecektir. Çoğu işlemcinin de bu riski almayarak ideal olmasa da geleneksel modelleri bu modele tercih ettikleri gözlenmiştir.[62]

[61] Erol, a.g.e., s.423.
[62] Natenberg, a.g.e., s.396.

2.3.2.3. Stokastik Volatilite Modeli

Geleneksel opsiyon fiyatlama modellerindeki sabit volatilite varsayımına karşın ortaya konmuş diğer bir model de Hull- White (1987) tarafından oluşturulan ve Heston (1993) tarafından geliştirilen Stokastik Volatilite Modelidir. Heston'un modeli, opsiyona konu olan varlığın fiyatıyla volatilitesi arasında Hull-White modelinden daha uygun bir korelasyon yakalamaktadır. Bu model, Black-Scholes modelinin zamana göre değişen volatiliteli genelleştirilmiş modeli olarak da nitelendirilmiştir.[63]

Stokastik Volatilite, finansal matematikte türev araçlarının değerlemesinde kullanılan modeller arasında yer alır. Stokastik volatilite, finansal aracın fiyat düzeyini, hissenin uzun vadedeki ortalama volatilitesine geri dönebilmesi eğilimine ve volatilitenin varyansına bağlı olarak işleyen rasgele bir süreç (random process) olarak ifade edilebilir.

Heston'un Stokastik Volatilite Modelinde fiyat dinamikleri aşağıdaki formüllerle ifade edilir:

$$\frac{dS_t}{S_t} = rdt + \sqrt{v_t}dW_t$$

$$d\nu_t = \theta(\omega - \nu_t)dt + \xi\sqrt{\nu_t}\,dB_t$$

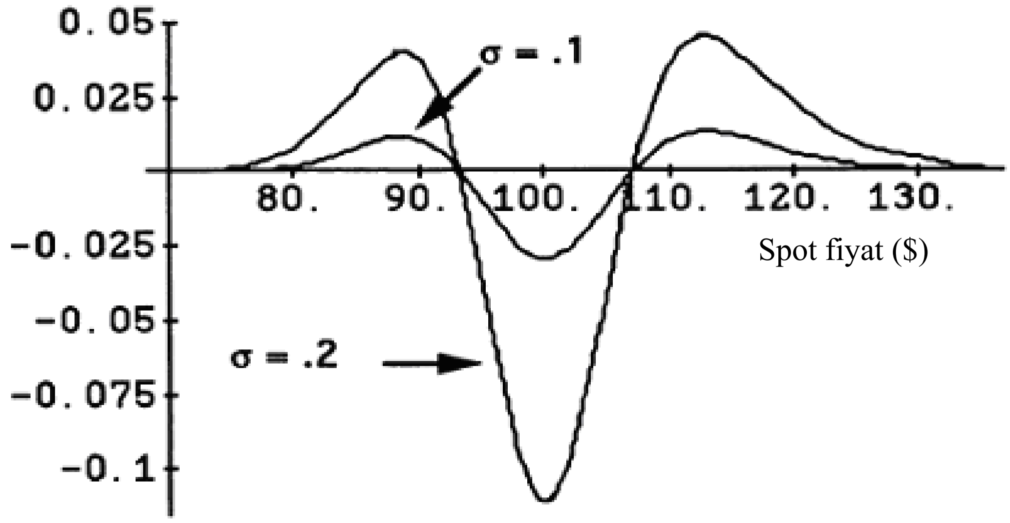
Birinci formülde S_t, finansal ürünün fiyatını; r, beklenen getirisini; V_t, volatilitesini dW_t, ortalaması 0 ve standart sapması 1 olan Gaussian (standart normal dağılım) fonksiyonunu ifade eder.

İkinci formüldeki ω uzun dönemli volatilitenin ortalaması, θ volatilitenin uzun dönemli volatiliteye dönme hızını, ζ volatilite sürecinin volatilitesini, dB_t, dW_t gibi bir Gaussian dağılım fonksiyonunu ifade eder. Ancak dW_t ile dB_t arasında sabit ρ korelasyon katsayısı bulunmaktadır. "Kaldıraç etkisi" olarak da adlandırılan bu korelasyon katsayısı genelde negatif olmaktadır.[64]

Fiyat farkı ($)

63 Fabrice Douglas Rouah and Gregory Vainberg, **Option Pricing Models and Volatility,** New Jersey: John Wiley &Sons, 2007, s.137.

64 S. Borak, K. Detlefsen and W. Hardle, "FFT Based Option Pricing", **SFB 649 Discussion Paper Series**, No: 11, 2005, s.4.



Grafik 2.5: Stokastik Volatilite Modeliyle Oluşturulmuş Opsiyon fiyatı – Black Scholes Modeliyle oluşturulmuş opsiyon fiyatı farkları

Kaynak: Steven L. Heston, "A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options", **The Review of Financial Studies**. Vol.6, No.2, (1993), s.339.

Grafikte satın alma opsiyonunun kullanım fiyatının 100 $ olduğu durumda farklı spot fiyatlar ve standart sapma değerleri için Stokastik Volatilite ve Black-Scholes Modelleriyle hesaplanan opsiyon primleri arasındaki fark gösterilmiştir. Opsiyon başa baş noktasındayken Stokastik Volatilite Modeli, Black-Scholes Modeli'nden daha düşük fiyat verirken, opsiyonun karda ya da zararda olduğu durumlarda daha yüksek fiyat verme eğilimine girmektedir. Standart sapmanın artması da iki modelin öngördüğü opsiyon fiyatları arasındaki farkı arttırmaktadır.

Egzersiz fiyatı X ve vadesine T zaman kalan Avrupa tipi satın alma opsiyonu için opsiyon fiyatı, $C(T, S_T, V_t, X) = \max[S_T - X, 0]$ koşulunu sağlar ve

$$C(t, S_t, v_t, X) = S_t e^{-q(T-t)} P_1 - X e^{-r(T-t)} P_2 .$$

olarak ifade edilebilir. Formüldeki P_i, $_{i=1,2}$ karakteristik fonksiyonları ise

$$P_j = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \mathrm{Re}\left[\frac{e^{-i\phi \ln[X]} f_j(t, T, S_t, v_t; \phi)}{i\phi}\right] d\phi,$$

şeklinde tanımlanmıştır.

2.3.2.4. İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu (Quadratic Approximation Method)

İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu (The Quadratic Approximation Method), 1987 yılında Giovanni Barone-Adesi ve Robert Whaley tarafından Journal of Finance dergisinde "Efficient Analytical Approximation of American Option Values" adlı makalede tanıtılmıştır. Makalede emtia, hisse senetleri ve emtia vadeli işlem sözleşmeleri üzerine yazılan Amerikan satın alma ve satma opsiyonlarını tam ve daha az maliyetli bir şekilde fiyatlama metodunun elde edilmesinin amaçlandığı belirtilmiştir.[65]

Bu modelde Amerikan tipi opsiyonlarında, Avrupa tipi opsiyonlardan farklı olarak opsiyonu erken kullanma seçeneğinin bulunmasından yola çıkılarak Amerikan tipi opsiyonlarının fiyatının Avrupa tipi opsiyon fiyatı ile erken kullanım opsiyonu fiyatlarının toplamı olarak değerlenmiştir.

İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu, şu varsayımları kullanır:

1. Opsiyon, vadesinden önce kullanılabilir (Amerikan tipi opsiyonlardır)
2. Opsiyona tabi olan varlığın fiyat değişmeleri lognormal dağılmaktadır.
3. Risksiz faiz oranı opsiyonun vadesi boyunca sabittir.
4. Karpayı ödemeleri ayrık değildir, bunun yerine opsiyona tabi olan varlığın sürekli sabit getirisi vardır.

İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu, $\frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} + bSV_x - rV + V_t = 0$ diferansiyel denklemine yaklaşık bir sonuç getirir. Denklemdeki b; opsiyona tabi olan varlığın sürekli getirisini, V, opsiyon fiyatını verir.

Denklem, Avrupa tipi opsiyonlar için doğrudan çözülebilir. Ancak metod, Amerikan tipi opsiyonlar için, Avrupa tipi opsiyon fiyatı ve erken opsiyon kullanma primlerinin toplamını alır.

$$C(S,T) = c(S,T) + \varepsilon_C(S,T)$$

[65] G. Barone-Adesi, R. Whaley, "Efficient Analytic Approximation of American Option Values", **The Journal of Finance**, Vol.42, No.2, (1987), s.301.

Denklemdeki C(S,T), Amerikan tipi opsiyon fiyatını, c(S,T) Avrupa tipi opsiyon fiyatını verirken, ε_C (S, T) erken kullanım primini temsil etmektedir ve yukarıdaki kısmi diferansiyel denklemi sağlar.

İhmal edilebilir V_t teriminin çıkarılmasıyla aşağıdaki çözümü olan lineer homojen ikinci dereceden denklem elde edilebilir:

$$C(S,T) = \begin{cases} c(S,T) + A_2\left(\frac{S}{S^*}\right)^{q_2} & \text{if} \quad S < S^* \\ S - X & \text{if} \quad S \geq S^* \end{cases}$$

Denklemde

$$q_2 = \frac{1}{2}[-(N-1) + \sqrt{(N-1)^2 + \frac{4M}{K}}$$

$$A_2 = \frac{S^*}{q_2}\left(1 - e^{(b-r)(T-t)}N(d_1(S^*))\right)$$

$$K(T) = 1 - e^{-r(T-t)}$$

$$N = \frac{2b}{\sigma^2}$$

$$M = \frac{2r}{\sigma^2}$$

değerlerini ifade ederken, S* kritik değeri;

$$S^* - X = c(S^*, T) + \frac{S^*}{q_2}\left(1 - e^{(b-r)(T-t)}N(d_1(S^*))\right)$$

denklemini çözmektedir.

Denklemin tek bilinmeyeni olan S* kritik değerini ise

$$g(S^*) = S^* - X - c(S^*) - \frac{S^*}{q_2}\left(1 - e^{(b-r)(T-t)}N(d_1(S^*))\right) = 0$$

denkleminin kökünün bulunmasıyla elde edilebilir. Kökün bulunması için kullanılan yöntemlerden biri Newton'un algoritmasıdır.

Newton'un algoritmasına göre denklemi sağlayabilecek tahmini S_0 kök değeri bulunur. S_i'nin bir sonraki tahmini

$$S_{i+1} = S_i - \frac{g(\_)}{g^{\prime}}$$

formülüyle elde edilir ve makul bir deneme sürecinden sonra yaklaşık S* değeri elde edilir.

Benzer şekilde, satım opsiyonu için

$$P(S) = \begin{array}{ll} p(S,T) + A_1\left(\frac{S}{S^{**}}\right)^{q_1} & \text{if} \quad S > S^* \\ X - S & \text{if} \quad S \leq S^* \end{array}$$

$$A_1 = -\left(\frac{S^{**}}{q_1}\right)\left\{1 - e^{(b-r)T} N\left[-d_1\left(S^{**}\right)\right]\right\}$$

yaklaşımı geçerli olacaktır. S** değerini bulmak içinse

$$g(S) = X - S - p(S) + \frac{S}{q_1}(1 - e^{(b-r)(T-t)})$$

$$g'(S) = (\frac{1}{q_1} - 1)(1 - e^{(b-r)(T-t)}N(-d_1)) + \frac{1}{q_1}e^{(b-r)(T-t)}\frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}}n(-d_1)$$

fonksiyonları için Newton prosedürü uygulanır.

2.3.3. Egzotik Opsiyonlar ve Fiyatlama Modelleri

Opsiyonların karakteristik özelliklerinden biri esnek olmaları ve ihtiyaca göre yeni türlerinin üretilebilmeleridir. Tarım üretiminin olumsuz hava koşullarından etkilenebileceğinden yola çıkılarak üretilen hava sıcaklığına dayalı opsiyonlar, yatırım kararları üzerinde önemli etkiye sahip olan enflasyon oranı üzerine oluşturulan opsiyonlar farklı opsiyon türlerine örnek olarak gösterilebilir.

Opsiyonlar, yukarıdaki örneklerdeki gibi esnek biçimde yorumlanabilmekte, piyasalar da çeşitli ihtiyaçları göz önüne alarak daha çok tezgah üstü piyasalarda müşteri bulan, egzotik opsiyon olarak adlandırılan yeni ürünler üretmektedir. Geleneksel finansal varlıklardan farklı varlıklar üzerine yazılan ve daha karmaşık finansal araçlar olan egzotik opsiyonlar, 1980'li yılların başından itibaren yaygınlaşmaya başlamış ve sigorta, kredi ve hava sıcaklıklarına dayalı ürünler finansal piyasalara sunulmuştur.[66]

Egzotik opsiyonların ortaya çıkmasında üç etken önemli rol oynamıştır. Bunlar, müşteri ihtiyaçları, akademisyenlerin öncülüğünde fiyatlama teorisinde gerçekleşen gelişme ve işlemcilerin risk yönetiminde becerilerinin artmasıdır. [67]

Egzotik opsiyonların en bilinenleri daha çok faiz haddi üzerine düzenlenmekte olan ancak üstüne opsiyon yazılabilen tüm enstrümanlar için yazılabilen cap ve floor, collar ile caption opsiyonlarıdır. Bu egzotik opsiyon türlerinin dışında piyasa oyuncularının ihtiyaçlarına ve isteklerine göre bir çok egzotik opsiyon da türetilmiştir.

---

[66] Hélyette Geman, **Insurance and Weather Derivatives: From Exotic Options to Exotic Underlyings,** Londra: Risk Boks, 1999, s. 9.

[67] Satyajit Das, **Risk Management and Financial Derivatives: A Guide tothe Mathematics**, New York: Mc Graw-Hill, 1998, s.288.

Bu bölümde cap, flor, collar ve caption egzotik opsiyonları incelenmiştir.

2.3.3.1. Cap Opsiyonu

Egzotik opsiyonların en yaygınları arasında yer alan cap ve floor opsiyonlarının en belirgin özellikleri çok vadeli opsiyonlar olmalarıdır. Bilindiği gibi normal opsiyonların tek vadesi vardır ve Avrupa tipi opsiyonlarda opsiyon sadece bu vadede kullanılabilir. Öte yandan piyasa talebi ve ihtiyaçları, sadece tek bir vadede değil, değişik birkaç vadede eksersiz edilebilen bir opsiyon gerektirebilir. Bunun tipik bir örneği LİBOR artı bir risk priminden beş yıllık kredi alan ve her üç ayda bir kredi faizi ödemek zorunda olan bir firmadır. Söz konusu faiz değişken bir faizdir ve LİBOR arttıkça firmanın ödemesi gereken faiz de artmaktadır.

Örneği daha somut bir hale getirmek için firmanın 300 milyon dolarlık kredi aldığını, risk priminin %2 olduğunu ve kredi anlaşması yapıldığında 360 gün üstünden kota edilen LİBOR'un %7 olduğunu varsayalım. Buna göre kredi anlaşması imzalandığında yıllık faiz yükü %9 dur. Firma üç ay sonra ilk ödemeyi yaptığında, eğer LİBOR değişmeseydi, firma yaklaşık olarak 300.000.000 x (0.09) x (1/4) = 6.750.000 dolar faiz ödeyecekti. Buna karşın LİBOR'un üç ay sonra aniden %10'a çıkması halinde, faiz yükü %12'ye çıkmakta ve firma 300.000.000 x 0.12 x (1/4) = 9.000.000 dolar faiz ödemek zorunda kalmaktadır. LİBOR 'da % 3 artış, firmaya 2.150.000 dolar ek faiz yükü getirmektedir. Üstelik bu tip riskler sadece tek bir dönem için söz konusu değildir. Firma beş yıl boyunca, her üç ayda bir, faiz ödeyeceği için yani toplam 4x5=20 ödemesi olduğu için; bunların her birinde benzer faiz riskiyle karşılaşabilir. Firma açısından çözüm, tezgah üstü piyasada satılan bir faiz haddi cap'ı satın almaktır.

Cap kontratında bir tavan değeri (ceiling rate), bir de referans değeri (reference rate) bulunmaktadır. Tavan değeri esas olarak opsiyonlardaki eksersiz değerine, referans değeri ise spot değere karşılık gelir. Eğer referans değeri, vade sonunda tavan değerinin altında ise cap yazıcı, call alıcıya hiçbir şey ödemez. Referans değerinin tavan değerini geçmesi halinde ise, aradaki fark yazıcı tarafından alıcıya ödenir. Cap'ta vade sonu kavramına karşılık gelen kavram, hesaplaşma günü (settlement date) kavramıdır. Ancak bir opsiyonun sadece tek bir vade sonu tarihine sahip olmasına karşın, cap kontratının birden fazla hesaplaşma günü vardır. Bu hesaplaşma günlerinin referans değeri ile tavan değeri birbiriyle karşılaştırılır ve eğer referans değeri tavan değerinin üstünde ise bir gün sonra aradaki fark cap yazıcı tarafından alıcıya ödenir.

Hesaplaşma gününde ne ödeneceğini ise faiz haddi cap'lerinden cap'ın par değeri (notional principal) belirler. Cap'ın vadesine tenor denir. [68]

Cap kontratına göre cap satıcısının alıcıya ödeyeceği miktar şu şekilde ifade edilebilir:
Cap = Max (Referans – Tavan, 0) x NP (notional principal) x LPP (length of the payment period)

Cap, eğer referans faiz oranı, tavandan fazla ise; aradaki faiz farkının par değerle çarpımı kadar (vade gün sayısıyla düzelterek) bir bedeli, cap alıcıya ödeyecektir. Yukarıdaki örnekte par değerinin (NP) 300 milyon dolar, faizin hesaplandığı vadenin (LPP) üç ay, tavan faizin %8 olduğunu varsayalım. Anlaşmaya girdikten sonraki üç ayın sonunda (birinci hesaplaşma gününde); referans faiz olarak seçilen LİBOR'un tavan faize göre nerede olduğuna bakılır. LİBOR'un üç ayın sonundaki değeri %7,5 yani tavan faizin altında ise, cap yazıcı bu birinci hesaplaşma gününde cap alıcıya bir şey ödemeyecektir. Altı ay sonra yani ikinci hesaplaşma gününde aynı işlem tekrarlanır. LİBOR, bu dönemin sonunda %10'a yükselmiş ise, cap yazıcının alıcıya (0.02) x 90/360 x 300.000.000 = 1.500.000 dolar ödemesi gerekir. Bu cap'ın tenoru olan beş yıl boyunca her üç ayda bir tekrarlanır.

Cap alıcı, örnekte LIBOR'un %8'in üstüne yükseldiğinde aradaki farkı cap yazıcıdan tahsil ettiği için efektif olarak LIBOR'un %8'in üstündeki artışlarına karşı korunmuş olmaktadır. Cap alıcı, bu sözleşmenin bedeli olarak cap yazıcıya bir prim bedeli öder. Cap primi, vade süresi boyunca sürecek yükümlülüğün (yıl içinde belirlenen periyotlarla referans faizle tavan faizi karşılaştırma ve referans faiz tavan faizden yüksekse aradaki farkı ödeme yükümlülüğü) karşılığıdır ve primin bütünü anlaşma yapıldığında cap alıcı tarafından yazıcıya ödenir. Cap primi, toplam par değerin bir oranı olarak ifade edilir. Örneğin %1,75'lik bir kotasyon par değerinin 300.000.000 dolar olduğu durumda, 300.000.000 x 0,0175 = 5.250.000 dolarlık bir cap primi anlamına gelir. Cap primi de standart opsiyon primleri gibi ödendikten sonra geri alınamaz.

Cap primi belirlenirken, cap, birbiri ardına eklemlenmiş tek dönemli bir opsiyonlar dizisi olarak düşünülür. Birbiri ardına eklemlenmiş tek dönemli opsiyonlar, strip olarak adlandırılır. Beş yıl tenorlu ve üç ayda bir ödeme opsiyonu olan cap, birbiri ardına eklemlenmiş 20 faiz haddi opsiyonu olarak düşünülebilir ve fiyatlaması buna göre şekillendirilebilir. Tek dönemli faiz haddi opsiyonları için yaygın olarak kullanılan ve Black-Scholes yaklaşımından kaynaklanan bir prim fiyatlama modeli bulunmaktadır.

[68] Erol, a.g.e.,s.414.

Black tarafından 1976 yılında geliştirilen Black'76 ya da Black Modeli olarak adlandırılan model, emtia, forward ve futures sözleşmeleri üzerine yazılan Avrupa tipi opsiyonların fiyatlamasında kullanılmasının yanı sıra, cap ve floor opsiyonları fiyatlamasında da kullanılmaktadır.

Tek dönemli cap teoride mümkün olsa da, capler genelde faiz yineleme tarihleri (interest reset dates) içerirler. Dolayısıyla, capler bir opsiyon serilerinden oluşur denilebilir. Bu tek dönemli opsiyonlara caplet denir.[69]

Cap prim fiyatlaması yapılırken, teker teker tüm caplet olarak adlandırılan tek dönemli opsiyonların prim fiyatı saptanır, bunların bugünkü değeri alınır ve Black modeline göre fiyatlanan bugünkü değeri alınmış opsiyon primlerinin toplamı cap primini verir.

Black Modeline göre call opsiyon primi:

$$C = e^{-rT}(FN(d) - KN(d - \sigma\sqrt{T}))$$

olarak fiyatlandırılmaktadır.

Formülde $d = \dfrac{\ln(F/K) + .5\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}$; N( ) ise kümülatif standart normal dağılım fonksiyonunu ifade eder.

Opsiyon fiyatlamasında e^{-rT} teriminin opsiyonun kullanım tarihinde uygulanabilen iskonto faktörüdür. Caplet'in fiyatlamasında bu terim yerine iskonto faktörü olan Z kullanılabilir. Böylece caplet fiyatlaması için şu formül kullanılabilir:

$$C = \frac{Z\tau P(FN(d) - KN(d - \sigma\sqrt{T}))}{(1+\tau F)}$$

[69] Terry J. Watsham, **Futures and Options in Risk Management**, Londra: International Thomson Business, 1998, s.421.

Formüldeki Z iskonto faktörünü, P par değeri (NP), F sözleşmeye konu olan varlığın vade sonundaki forward fiyatını, K varlığın kullanım fiyatını (strike price), τ caplet periyodunun uzunluğunu, σ volatiliteyi verir.

2.3.3.2.Floor Opsiyonu

Floor da cap'a yakın bir kavramdır ve put'un karşılığı olarak düşünülebilir. Burada call yazıcı (faiz haddi cap'ı için) eğer faizler belli bir oranın altına düşerse ödeme yapmaktadır. Floor'un da bir referans değeri (eksersiz değeri) ve floor denilen bir taban değeri vardır. Taban değeri, referans değerinin üstünde ise floor yazıcı bir şey ödemez. Referans, tabanın altına düştüğünde aradaki fark floor yazıcı tarafından alıcıya ödenir. Floor'da her hesaplaşma döneminde
Floor = Max (Taban –Referans, O) x NP x LPP
denklemine göre hesaplaşılır.

Örnek olarak, tenoru (toplam vadesi) üç yıl olan 200 milyon dolar par değere sahip ve her altı ayda bir hesaplaşma yapılan, referans değeri LİBOR'un hesaplaşma anındaki değeri ve taban oranı %8 olan floor; eğer birinci altı ayın sonunda LİBOR (referans) %8'in üstünde ise bir şey ödemez. İkinci hesaplaşmada (bir yıl sonra); eğer LİBOR %6'ya düşmüşse, floor yazıcı alıcıya 200.000.000 x 180/360 x 0.02 =2.000.000 dolar ödeyecektir.

Floor özellikle bankalar için cazip bir hedging aracıdır. Değişken faizli (örneğin LİBOR veya hazine bonosu faizi gibi referans bir faize endekslidir) ve belirli eşit dönemlerde faiz geri dönüşü olan bir kredi (örneğin tüketici kredisi) vermiş olan bir banka, referans faizdeki düşme olasılığına karşı kendini bir floor satın alarak koruyabilir.

Floor primi de cap primi gibi par değerinin bir oranı olarak kote edilir ve floor primi birbiri ardına eklemlenmiş teker dönemli put opsiyonlarının prim değerlerinin toplamı olarak düşünülebilir. Floor primi hesaplanırken, cap primi hesaplanmasında kullanılan Black modeli'nin put opsiyonları için kullanılan formülünden yararlanılır.

Black Modeli'ne göre floor opsiyonunun primi şu şekilde formüle edilir:

$$C = \frac{Z\tau P(-FN(-d) + RN(-d + \sigma\sqrt{T}))}{(1+\tau F)}$$

Formülde; Z iskonto faktörünü, P par değeri (NP), F sözleşmeye konu olan varlığın vade sonundaki forward fiyatını, R varlığın kullanım fiyatını (strike price), τ caplet periyodunun uzunluğunu, σ volatiliteyi verir.

2.3.3.3. Collar Opsiyonu

Son yıllarda hisse senedi üzerine de kullanımı yaygınlaşan collar opsiyonu, cap ve floor opsiyonlarının birleştirilmesiyle oluşturulan bir finansal üründür.[70] Collar opsiyonunun alınması, pratikte collar opsiyondaki tavan orana sahip cap opsiyonunun satın alınıp, collar opsiyonundaki taban orandan floor opsiyonunun satılmasıyla aynı sonucu verilir. Collar yazıcı; referans faizi tavanın üstünde ise farkı ödemeyi kabul ettiği gibi, ayrıca floor referansın altına düştüğünde de aradaki fark kadar ödeme yapmayı kabul eder.

Örneğin 500 milyon par değerli ve her üç ayda bir hesaplaşılan bir Collar'ın tavanı %10 ve taban'ı (flor) %8 olsun. Eğer hesaplaşma günü referans değeri seçilen LİBOR %12 olursa, collar yazıcı (0.02) x (90/360) x 500.000.000 = 2.500.000 öder. LİBOR %6 olursa yani tavanın altına düşerse, collar yazıcı gene (0.02) x (90/360) x 500.000.000 =2.500.000 dolar öder. LİBOR;%8 ile %10 arasında kaldığı sürece collar yazıcı o hesaplaşma döneminde yazıcıya bir şey ödemeyecektir.

2.3.3.4.Caption Opsiyonu

Caption, opsiyon üstüne yazılan opsiyondur. Caption cap veya flor üstüne yazılabilir. Caption belli bir vade sonuna kadar bir cap'ı (veya floor'u) satın alma hakkını verir. Caption genellikle bir cap (floor) sözleşmesi yapmayı düşünen ama belirli bir tarihe kadar (örneğin bir kredi onaylanıncaya kadar) cap'ı almayı ve yüksek prim ödemeyi istemeyen bir kurum tarafından talep edilir. Bu kurum, yapılabilecek ancak mevcut tarihte kesin olmayan bir anlaşmaya göre onbeş gün sonra cap almayı düşünmektedir. Kesin bir cap anlaşmasına belirsizlik nedeniyle girmek istemeyen ancak öte yandan onbeş gün içinde cap priminin önemli ölçüde artabileceğinden çekinen taraf bu durumda bir caption satın alır. Caption, alıcıya caption sözleşmesinin alındığı tarihte geçerli primlerden bir cap'ı onbeş gün içinde alma hakkını tanır (eğer kredi anlaşması onaylanmazsa, Caption alıcı hakkını eksersiz etmeyecektir). Caption yazıcı bedeli şimdi tahsil

[70] Peter G. Zhang, **Exotic Options**, Singapore: World Scientific Publishing, 1998, s.587.

edilen bir caption primi karşılığında caption yazar. Caption primi de cap'a esas olan par değerin bir oranı olarak kote edilir ama cap primine göre caption primi çok daha ucuzdur.[71]

2.3.3.5.Diğer Egzotik Opsiyonlar

Yukarıda incelenen egzotik opsiyonların dışında opsiyon piyasalarında yaşanan gelişime paralel olarak çok sayıda farklı, bileşik ve karmaşık opsiyon türü finans mühendisleri tarafından yaratılarak yatırımcıların kullanımına sunulmuştur. Bu egzotik opsiyonlar arasında yatırımcılar tarafından en çok rağbet gören türler, Asya opsiyonları, lookback opsiyonları ve bariyerli opsiyonlardır. Asya opsiyonları, alıcısına uygulama tarihindeki spot fiyattan değil de vade içerisinde gerçekleşmiş spot fiyatların belirli bir ortalamasından uygulama hakkı verirken, lookback opsiyonları, uygulama fiyatı opsiyonun üzerinde yazıldığı varlığın opsiyonun vadesine kadarki spot fiyatlarının bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Bariyerli opsiyonlar ise vade başında belirlenen bir bariyer fiyata vade sonuna kadarki herhangi bir süre içinde ulaşması durumunda iptal olan (knock-out opsiyon) ya da işlerlik kazanan opsiyonları (knock-in opsiyon) ifade eder.

71 Erol, a.g.e., s.417.

BÖLÜM 3
İMKB'DE HİSSE SENEDİNE YÖNELİK OPSİYON FİYATLAMA MODELİ UYGULAMASI

3.1. Uygulamanın Amacı

Bu bölümde İMKB'de işlem gören bir hisse senedi üzerine satın alma (call) ve satma (put) opsiyon sözleşmesi düzenlenmiş olsaydı, bu opsiyonun değeri, yani opsiyonun verdiği haklara sahip olabilmek için ödenmesi gereken primin ne olacağı sorusuna cevap aranmaktadır.

İMKB'de işlem görmekte olan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş. (EREGL) hisse senetleri için Avrupa ve Amerikan tipi satın alma ve satma opsiyonları olduğu varsayılmış ve bu opsiyonların değerleri farklı modellerle hesaplanmıştır. Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonları fiyatlamak üzere iki ayrı uygulamanın yapılmasının amacı, hem farklı türdeki opsiyonların fiyatlarını karşılaştırma olanağını bulmak, hem de bu türleri fiyatlayan daha çok sayıdaki modeli incelemektir.

Uygulamaya konu olan hisse senedi üzerine yazılan opsiyonların fiyatları farklı işlem fiyatları (opsiyonun karda, zararda ya da başa baş olması durumunda) ve farklı vadeler (3, 5 ve 7 aylık) için farklı modellerle hesaplanmıştır. Böylece hem işlem fiyatındaki ve vadedeki değişimin opsiyon primi üzerindeki etkisi görülmüş, hem de farklı opsiyon fiyatlama modellerinin farklı koşullarda nasıl sonuçlar verdiği gözlenerek uygun fiyatlama modelinin seçilebilmesi amaçlanmıştır.

Uygulama bölümünde aynı hisse senedi üzerine yazıldığı varsayılan Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonları fiyatlamak için kullanılan modellerin öngördüğü fiyatlar karşılaştırılmış, opsiyon fiyatlama modellerinin varsayımları ve eksik yönleri de göz önünde bulundurularak hangi opsiyon fiyatlama modelinin Türkiye şartlarında daha uygun sonuç verebileceği araştırılmıştır.

3.2. Uygulamanın Yöntemi

Uygulamanın yöntemini açıklamadan önce Türk Sermaye Piyasası'nda opsiyon fiyatlama modellerinin kullanımını araştıran çalışmalara değinilecektir.

Türkiye'de opsiyonlar ve opsiyon fiyatlama modellerini konu edinen çalışmaların önemli bir bölümü kuramsal düzeydedir. Bu konudaki ilk çalışmalar arasında İMKB Vadeli İşlemler Piyasası Çalışma Grubu'nun Sermaye Piyasası Araçlarına Dayalı "Future" ve "Option" Sözleşmelerinin Fiyatlaması çalışması yer almaktadır.[72] Vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatlamasına ilişkin yapılan bu çalışmada sermaye piyasası kullanıcıları için ön bilgi verilmesi amaçlanmış, vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin fiyatlanması örneklerle incelenmiştir. Kurumsal düzeyde yapılan çalışmaların bir diğeri, Kurtay'ın döviz opsiyonlarını ve fiyatlama modellerini incelediği çalışmasıdır.[73] Kurtay, çalışmasında döviz riskini incelemiş ve döviz riskinden korunma yöntemlerine değindikten sonra bu yöntemler arasında yer alan döviz opsiyonları ve fiyatlama modelleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Opsiyonlar ve opsiyon sözleşmeleri fiyatlama modelleri konularıyla ilgili kurumsal bazda yapılan çalışmaların yanı sıra önemli akademik çalışmalar da yürütülmüştür. Korkmaz'ın hisse senedi opsiyonlarını, fiyatlama modellerini, stratejileri tanıtarak Türkiye'de kurulacak opsiyon piyasasının başarı şansını makro bazda incelediği çalışma, konu hakkındaki öncü akademik çalışmalar arasında yer almaktadır.[74] Yılmaz'ın hisse senedi opsiyonları ve İMKB'de uygulanabilirliğine dair yaptığı çalışma da opsiyon piyasalarını, geleneksel opsiyon fiyatlama modellerini ve bu modellerin Türkiye uygulamalarını içeren çalışması da Türkiye'de konuyla ilgili ilk çalışmalar arasında yer almaktadır.[75] Opsiyon değerleme ile ilgili son yıllarda dikkate değer çalışmalardan biri de Gökçe'nin Opsiyon Değerlemenin Temelleri ve Temel Opsiyon Değerleme Modelleri ile Stokastik Değişkenliğin İMKB Hisse Senedi Piyasaları'nda Geçerliliklerinin Araştırılması çalışmasıdır[76]. Gökçe, bu çalışmada temel opsiyon fiyatlama modellerinin İMKB'deki geçerliliklerini araştırmayı amaçlamış, bu nedenle 1998-2004 dönemleri için ayrı hisse senetleri ve endeksler için Avrupa tipi, kar payı korumalı, başa baş alım

---

[72] Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü Çalışma Grubu, **Sermaye Piyasası Araçlarına Dayalı "Future" ve "Option" Sözleşmelerinin Fiyatlaması,** İstanbul: İMKB Yayınları, 1995.

[73] Selma Kurtay, **Foreign Currency Options: Market Structure, Pricing, Strategies and Accountancy,** Ankara: Capital Market Board of Turkey Publications, 1997.

[74] Turhan Korkmaz, **Hisse Senedi Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri**, Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, 1999.

[75,] Mustafa Kemal Yılmaz, **Hisse Senedi Opsiyonları ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Uygulanabilirliği**. İstanbul: İMKB Yayınları,1998.

[76] Gökçe Alp Gökçe, **Opsiyon Değerlemenin Temelleri ve Temel Opsiyon Değerleme Modelleri ile Stokastik Değişkenliğin İMKB Hisse Senedi Piyasaları'nda Geçerliliklerinin Araştırılması**, İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı, 2006.

ve satım opsiyon fiyatlamaları Black-Scholes Modeli'nin 2, Binomial Modeli'nin 5 ayrı versiyonu ile tahmin edilmiştir. Çalışmada, hisse senetlerinin fiyatlanabilirlik düzeylerinin söz konusu dönem içerisinde belirgin bir düzeyde arttığı, endekslerin ise artma eğilimine girdiği sonucu elde edilmiştir.

Uygulamada Avrupa tipi EREGL hisse senedi üzerine yazıldığı varsayılan opsiyonlar için geleneksel opsiyon fiyatlama modelleri bölümünde açıklanan Black – Scholes ve Binomial modelleri ile gelişmiş opsiyon fiyatlama modelleri bölümünde açıklanan Sabit Elastikiyetli Varyans modellerine dayanan simülasyonlar kullanılarak opsiyon fiyatları elde edilmiştir.

Binomial Modeli'ne göre fiyatlama yapılırken model, çoklu dönem olarak alınmış ve dönem sayısı 98 olarak belirlenmiştir. Binomial Modeli'nde dönem sayısı seçilirken, konuyla ilgili akademik çalışmalarda seçilen dönem sayıları incelenmiş, çalışmalarda opsiyonların vadeleri de göz önünde bulundurularak dönem sayısının genellikle 30 ile 100 arasında seçildiği gözlenmiştir. Bu uygulamadaki vadenin en az 90 gün olduğu düşünülürse, 98 dönem makul olarak kabul edilmiştir.

Uygulamada hisse senedi volatilitesinin hesaplanması ikinci bölümde açıklanan tarihi volatilite yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Volatilitenin hesaplanmasında kullanılan diğer yöntem olan zımni (implied) volatilite yönteminin kullanılabilmesi için aktif olarak işleyen bir opsiyon piyasasının bulunması ve fiyat volatilitesinin bu piyasada gerçekleşen opsiyon fiyatlarından hareketle hesaplanması gerekmektedir. Ülkemizde aktif olarak işleyen opsiyon piyasasının bulunmaması nedeniyle tarihi volatilite yöntemi kullanılmıştır.

Kullanılan bütün modellerde sabit alınan risksiz faiz oranı ise yüzde 20 olarak kabul edilmiştir.

Amerikan tipi EREGL hisse senedi üzerine yazıldığı varsayılan opsiyonlar için ise geleneksel opsiyon fiyatlama modelleri bölümünde açıklanan Binomial modeli ile gelişmiş opsiyon fiyatlama modelleri bölümünde açıklanan İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu'nu baz alan modeller kullanılarak opsiyon primleri hesaplanmıştır. Binomial Modeli'nde Avrupa tipi opsiyon hesaplanmasında olduğu gibi dönem sayısı 98 olarak alınmıştır.

3.3. Veri Yapısı

Uygulamada farklı modeller için farklı değişkenler kullanılsa da her model için aynı oldukları kabul edilen bazı temel değişkenler de yer almaktadır. Bunların başında yıl cinsinden ifade edilen opsiyonun kullanımına kalan vade, risksiz faiz oranı, hisse senedinin cari ve kullanım fiyatları ile hisse senedinin standart sapmasıdır.

Modellere göre değişiklik göstermeyen değişkenlerden opsiyonun kullanımına kalan vade, Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonlar için 3,5 ve 7 ay olarak alınmış ve bu vadelerde opsiyon primleri farklı modeller kullanılarak elde edilmiştir.

Kullanılan bütün modellerde sabit alınan risksiz faiz oranı ise yüzde 20 olarak kabul edilmiştir.

Üzerine opsiyon yazıldığı varsayılan EREGL hisse senedinin cari fiyatı 30.05.2008 tarihli ikinci seans kapanış fiyatı olan 7,80 YTL/adet olarak alınmıştır. Hisse senedinin kullanım fiyatı ise opsiyonun değerinin karlılığa göre değişimini gözlemlemek amacıyla üç farklı değerde alınmıştır. Bu değerler; 7,60 YTL/adet, 7,80 YTL/adet ve 8,00 YTL/adet olarak belirlenmiştir.

Hisse senedinin standart sapması (volatilitesi) hesaplanırken ise çalışmada açıklanan tarihi volatilite kullanılmıştır.

Bu hisse senedinin volatilitesinin bulunabilmesi için 02.01.2008 – 30.05.2008 tarihleri arasındaki kapanış değerlerinden faydalanılmış ve volatilite hesaplanırken dönem içinde kar payı dağıtımından kaynaklanan bölünmenin etkilerinden arındırılmış seri dikkate alınmıştır.

Volatilite hesaplanması için seçilen verilerin tarih aralığının 02.01.2008 – 30.05.2008 olarak seçilmesinin nedeni, çeşitli akademik çevreler tarafından ideal günlük veri sayısının 90 ila 180 gün arasında olması olarak belirtilmesidir. Daha çok verinin daha doğru sonuçlara götürme gibi bir fikir oluşabilse de çok eski verilerin geleceği tahmin etme olasılığı azalmaktadır. Bu çalışmada da 105 günlük bir veri seti kullanılmıştır.

Volatilitenin hesaplanması için aşağıdaki standart sapma formülünden yararlanılmıştır:

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

$u_i = \ln (S_i \ / \ S_{i-1})$ = günlük getiri

n = dönem sayısı (bu uygulamada 105 alınmıştır)
S_i = i dönemi sonundaki hisse senedi kapanış fiyatı
Standart sapma günlük kapanış fiyatları üzerinden hesaplandığı için, yıllık değere çevirmek için (1 yılda 250 iş günü olduğunu varsayarsak);
$\sigma = s\sqrt{250}$ formülünden yararlanılmıştır. Formüldeki σ, yıllık standart sapma değerini vermektedir.

Opsiyon primleri Avrupa tipi opsiyonlar için Black – Scholes ve Binomial modelleri ile Sabit Elastikiyetli Varyans modeli, Amerikan tipi opsiyonlar için Binomial modeli ile İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu kullanılmıştır.

Uygulamada kullanılan modellerin opsiyon primini fiyatlamak için kullandığı formüller aşağıda yer almaktadır.

Black – Scholes formülü ve içerdiği terimler:

$$C = SN\left(d_1\right) - Ke^{-rT}N\left(d_2\right)$$

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

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

C = Satın alma opsiyonunun cari değeri
S = Hisse senedinin cari fiyatı
N(d)= Kümülatif normal olasılıkları
K = Opsiyonun işlem fiyatı
e = Doğal logaritmik fonksiyonun tabanı ~ 2.71828
r = Risksiz faiz oranı (sürekli, bileşik)
T = Opsiyonun vadesinin bitimine kadar olan süre
ln = Doğal logartimik fonksiyon
σ = Standart sapma

$$N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{\frac{-\left(d-\mu\right)^2}{2\sigma^2}}$$

Binomial modelinde opsiyon fiyatı formülü (Avrupa tipi opsiyonlar için) ve içerdiği terimler:

$$C = e^{-rnT} \sum_{j=0}^{n} \binom{n}{j} p^{j} (1-p)^{n-j} \; Max\left[0, Su^{j} d^{n-j} - X\right]$$

$$u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}}$$

$$d = e^{-\sigma \sqrt{\Delta t}}$$

Δt = periyot uzunluğu

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

T = vade uzunluğu

σ = standart sapma

Amerikan tipi opsiyonlar içinse opsiyonun vadesi, uzunluğu Δt olan N parçaya bölünürse ve iΔt zamanında j-nci dalda hisse senedinin fiyatı $Su^{j} d^{i-j}$ $\left(0 \leq i \leq N, 0 \leq j \leq i\right)$ iken opsiyonun değerini C_{ij} olarak tanımlanırsa;

$C_{ij} = \max\{Su^{i}d^{i-j}\text{-}K,\ \boldsymbol{e^{-r\Delta T}\left[pC_{i+1,j+1} + (1-p)\,C_{i+1,j}\right]}\}$, $0 \leq i \leq N-1$, $0 \leq j \leq i$

geçerli olacaktır.

Sabit elastikiyetli varyans modeline göre opsiyon primi ve içerdiği terimler:

$$C = S\sum_{n=0}^{\infty} g\left(\lambda S^{-\phi}, n+1\right) G\left[\lambda \left(K e^{-rT}\right)^{-b}, n+1-\frac{1}{\phi}\right]$$

$$- X e^{-rt} \sum_{n=0}^{\infty} g\left(\lambda S^{-\phi}, n+1-\frac{1}{\phi}\right) G\left[\lambda \left(Ke^{-rt}\right)^{-\phi}, n+1\right]$$

$\Phi = 2\,\Psi - 2$

$\lambda = 2r/\delta^{2}\ \ \Phi\,(\,e^{\phi rt} - 1\,)$

$\sigma\ = \delta\ S^{\psi - 1}$

$g(x \mid m) = \dfrac{e^{-x} x^{m-1}}{\Gamma(m)}$ (gama yoğunluk fonksiyonu)

$\Gamma\ (m) = (m-1)\,!$

$$G(x \mid m) = \int_x^{\infty} g(y \mid m) dy$$

İkinci dereceden yaklaşım modeline göre opsiyon primi formülü ve içerdiği terimler:
Call opsiyonu için;

$$C(S,T) = \begin{cases} c(S,T) + A_2 \left(\frac{S}{S^*}\right)^{q_2} & \text{if} \quad S < S^* \\ S - X & \text{if} \quad S \geq S^* \end{cases}$$

Denklemde c(S,T) Avrupa türü call opsiyon primini verir.

$$q_2 = \frac{1}{2}[-(N-1) + \sqrt{(N-1)^2 + \frac{4M}{K}}$$

$$A_2 = \frac{S^*}{q_2}\left(1 - e^{(b-r)(T-t)} N(d_1(S^*))\right)$$

$$K(T) = 1 - e^{-r(T-t)}$$

$$N = \frac{2b}{\sigma^2}$$

$$M = \frac{2r}{\sigma^2}$$

değerlerini ifade ederken, S* kritik değeri;

$$S^* - X = c(S^*,T) + \frac{S^*}{q_2}\left(1 - e^{(b-r)(T-t)} N(d_1(S^*))\right)$$

denkleminin çözümüyle elde edilir.

$$P(S) = \begin{matrix} p(S,T) + A_1 \left(\frac{S}{S^{**}}\right)^{q_1} & \text{if} \quad S > S^* \\ X - S & \text{if} \quad S \leq S^* \end{matrix}$$

p(S,T) Avrupa türü put opsiyon primidir.

Opsiyon vadesi olarak İMKB-30 endeksine dayalı sözleşmesi için kullanılan vade tarihleri kullanılmıştır. Uygulama Haziran 2008'de geçtiği için o dönemde kullanılan sözleşmelerden "Ağustos", "Ekim" ve "Aralık" vadeli sözleşmeler baz alınmıştır. Aralık 2008'e kadar hisse senedi için yeni bir temettü ödemesi beklenmediğinden opsiyon fiyatlama modellerine kar payı ödemesi dahil edilmemiştir.

Bu çalışmada vade uzunluğunun ve işlem fiyatının farklı modellerle hesaplanan opsiyon primleri üzerindeki etkisini göstermek amacıyla üç ayrı değer kullanılmıştır. Ayrıca opsiyon türünün Avrupa ya da Amerikan tipi olmasının opsiyon fiyatlarına nasıl yansıyacağını göstermek için her iki türde opsiyon fiyatlanması için modelleme yapılmıştır.

3.4.Ampirik Bulgular ve Genel Değerlendirme

Yukarıda belirtilen bir hisse senedi için üç ayrı işlem fiyatı, üç ayrı vadede ve vadesine göre iki ayrı tipte hesaplanan satın alma ve satma opsiyonu fiyat bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Üç aylık, beş aylık ve yedi aylık vadeli opsiyonlar sırasıyla Ağustos, Ekim ve Aralık vadeli satın alma ve satma opsiyonları olarak gösterilmiştir.

Ereğli Demir Çelik (EREGL) hisse senetlerinin 30.05.2008 tarihinde İMKB ikinci seans kapanış değeri 7.80 YTL'dir. Yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan standart sapma değeri 0.4375 olarak belirlenmiştir. Risksiz faiz oranının yıllık %20 olduğu varsayılmıştır.

Tablo 3.1'de kar payı vermeyen, üç, beş ve yedi ay vadeli, işlem fiyatı 7.60, 7.80 ve 8.00 olan EREGL hisse senetlerinin Avrupa tipi satın alma ve satma opsiyonunun Black-Scholes, Binomial (98 dönemli model kullanılmıştır) ve CEV modelleriyle hesaplanmış primleri gösterilmektedir. İşlem fiyatları verilirken opsiyonun para dışında (out of the money), başa baş (at the money) ve parada (in the money) olması halinde opsiyon priminin farklı modellerde nasıl değişeceğine dikkat edilmiştir.

Tablo 3.1: Ereğli Demir Çelik Hisse Senedi Avrupa Tipi Satın Alma ve Satma Opsiyonu Primleri

		Black -Scholes		Binomial		CEV	
Opsiyonun Vadesi	İşlem Fiyatı	Satın alma	Satma	Satın alma	Satma	Satın alma	Satma
EREGL Ağustos	8.0	0.7704	0.5802	0.7718	0.5817	0.7667	0.5767
EREGL Ağustos	7.8	0.8701	0.4897	0.8684	0.4880	0.8708	0.4903
EREGL Ağustos	7.6	0.9787	0.4081	0.9801	0.4094	0.9835	0.4126
EREGL Ekim	8.0	1.0887	0.6491	1.0900	0.6509	1.0850	0.6456
EREGL Ekim	7.8	1.1886	0.5651	1.1865	0.5628	1.1903	0.5667
EREGL Ekim	7.6	1.2952	0.4876	1.2970	0.4894	1.3021	0.4940
EREGL Aralık	8.0	1.3666	0.6857	1.3684	0.6874	1.3636	0.6829
EREGL Aralık	7.8	1.4658	0.6069	1.4631	0.6042	1.4689	0.6098
EREGL Aralık	7.6	1.5703	0.5334	1.5720	0.5351	1.5793	0.5417

Kaynak: Tablo, ek bölümünde yer alan veri seti modeller üzerinde uygulanarak tarafımızdan yapılmıştır.

Tablo 3.1 incelendiğinde Avrupa tipi opsiyonlarda opsiyonun karda ya da zararda olduğu durumlarda Binomial modelinde, Black-Scholes modelinden daha yüksek satın alma ve satma opsiyon fiyatı hesaplanırken, başa baş opsiyonlarda Black-Scholes modelinin daha yüksek satın alma ve satma opsiyon primini verdiği görülmektedir. CEV modelinde ise satın alma ve satma opsiyonlarında, opsiyonun işlem fiyatının cari fiyatından yüksek olduğu durumda diğer modellerden daha düşük opsiyon primi fiyatı verirken, diğer durumlarda daha yüksek opsiyon fiyatı vermiştir.

Tablo 3.2'de aynı risksiz faiz oranı ve standart sapma oranlarının kullanıldığı, kar payı vermeyen üç, beş ve yedi ay vadeli, işlem fiyatı 7.60, 7.80 ve 8.00 olan EREGL hisse senetlerinin Amerikan tipi satın alma ve satma opsiyonlarının Binomial (98 dönemli model kullanılmıştır) ve İkinci Dereceden Yaklaşım Modeliyle hesaplanmış primleri gösterilmektedir.

Tablo 3.2: Ereğli Demir Çelik Hisse Senedinin Amerikan Tipi Satın Alma ve Satma Opsiyonu Primleri

Opsiyonun Vadesi	İşlem Fiyatı	Binomial		İkinci Dereceden Yaklaşım	
		Satın alma	Satma	Satın alma	Satma
EREGL Ağustos	8.0	0.7718	0.6322	0.7703	0.6235
EREGL Ağustos	7.8	0.8684	0.5292	0.8701	0.5250
EREGL Ağustos	7.6	0.9801	0.4408	0.9787	0.4366
EREGL Ekim	8.0	1.0900	0.7370	1.0887	0.7235
EREGL Ekim	7.8	1.1865	0.6357	1.1887	0.6279
EREGL Ekim	7.6	1.2970	0.5474	1.2953	0.5404
EREGL Aralık	8.0	1.3684	0.8096	1.3666	0.7914
EREGL Aralık	7.8	1.4631	0.7096	1.4658	0.6979
EREGL Aralık	7.6	1.5720	0.6215	1.5703	0.6114

Kaynak: Tablo, ek bölümünde yer alan veri seti modeller üzerinde uygulanarak tarafımızdan yapılmıştır.

Tablo 3.2 incelendiğinde Binomial modelde satın alma opsiyonlarında başa baş noktasında İkinci Dereceden Yaklaşım modelinden daha düşük fiyat verdiği, ancak opsiyonun karda ya da zararda olduğu durumlarda daha yüksek opsiyon fiyatı elde edildiği görülmektedir. Satma opsiyonlarında ise Binomial modelinin her durumda daha yüksek fiyat verdiği görülmektedir.

Yukarıdaki tablolar incelendiğinde Avrupa tipi ve Amerikan tipi satın alma opsiyonları arasında önemli bir fark olmamakla beraber, satma opsiyonlarında Amerikan tipi opsiyonların daha yüksek fiyata sahip oldukları görülmektedir. Bunun nedeni verilen standart sapma ve eşit parçaya ayrılan opsiyon vadesinin bölümlerinden elde edilen parametrelerin hisse senedi fiyatının artmasının, azalmasına göre daha yüksek olasılığa sahip olduğu verisini ortaya koymasıdır. Bu durumda satın alma opsiyonlarında opsiyonu erken kullanmak, opsiyon sahibi için avantajlı olmayacak ve Amerikan tipi opsiyonlar için de optimum kar, vade sonunu beklemekle elde edilecektir. Bu durumda Avrupa tipi satın alma opsiyonları ve Amerikan tipi satın alma opsiyonları arasında belirgin bir fark oluşmamıştır. Ancak satım opsiyonu için, opsiyonu erken kullanmak, opsiyon sahibine avantaj getireceğinden erken kullanımın getirdiği bu avantaj, opsiyon primlerine yansıtılmış ve satma opsiyonlarının daha yüksek fiyatlandırılmasını sağlamıştır.

Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonların fiyatlamasında kullanılan modellerden hangisinin daha gerçekçi bir sonuç vereceği tam anlamıyla Türkiye'de opsiyon sözleşmelerinin uygulanmaya başlamasından sonra kesinleşecek olsa da, bu çalışmada bu sorunun cevabı aranmaya çalışılmıştır.
Avrupa tipi opsiyon hesaplanmasında kullanılan modellerden Black-Scholes Modeli, opsiyon fiyatlamasında kullanılan ilk modellerden biri olup, günümüzde de opsiyon piyasasını takip eden kişiler ve kurumlarca kullanımına yaygın bir şekilde devam edilmektedir. Ancak bilindiği gibi bu modelin bazı varsayımlarında bir takım eksiklikler bulunmakta ve gerçekle birebir bağdaşmayan sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle birçok akademisyen, kendi kurdukları modellerde Black-Scholes Modeli'nin yanlış ya da eksik varsayımları yerine daha gerçekçi varsayımlar öne sürmüşlerdir. Uygulamada opsiyon fiyatlamasında kullanılan modellerden Sabit Elastikiyetli Varyans (CEV) Modeli de Black-Scholes Modeli'ndeki standart sapma varsayımının yerine farklı bir yaklaşım getirmiştir. Bu yaklaşıma göre üzerine opsiyon yazılan menkul kıymetin standart sapmasıyla, o menkul kıymetin fiyatı arasında bir bağıntı bulunmaktadır. Bu varsayımın daha gerçekçi olduğu ve dolayısıyla bu modelle Black-Scholes Modeli'ne göre piyasa fiyatlarına daha yakın sonuçlar elde edilebileceği öne sürülebilir. Buna karşın, Black-Scholes Modeli'nin gerçek olmayabilen diğer varsayımları CEV Modeli'nde de yer almış, dolayısıyla bu modelin de ideal bir model olmadığı ve piyasa fiyatını net bir şekilde tahmin edemeyebileceği de açıktır. Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'nin, Black-Scholes Modeli'ne göre avantajı olarak görülen standart sapma ile opsiyona konu olan varlığın fiyatı arasındaki bağıntı parametresinin varlığı, pratikte dezavantaj da olabilmektedir. Piyasa oyuncuları, bu modeli kullanmak istedikleri zaman fazladan bir girdi girişi yapmaları gerekmekte, bu girdiyi gerçeğe uygun bir şekilde girmedikleri zaman opsiyonun fiyatı sapabilmektedir. Bu nedenle piyasa oyuncuları, Black-Scholes Modeli'ni gerçek dışı olabilecek varsayımlarına karşın Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli'ne tercih etmektedirler.

Avrupa tipi opsiyon fiyatı hesaplanmasında uygulamada kullanılan bir diğer model olan Binomial Model ise diğer modellerin aksine Black-Scholes Modeli'nden türetilmemiş, farklı bir yaklaşımla oluşturulmuştur. Bu nedenle Binomial Model ile Black-Scholes Modelleri arasında varsayımlar yerine yöntemlerin ve değişkenlerin davranışlarının karşılaştırılması daha doğru olacaktır. Binomial Modeli'nin Black-Scholes Modeli'nden temel farkı süreksiz zamanlı olmasıdır (Black-Scholes Modeli'ndeki gibi sürekli değişkenli olması da iki modelin benzerliğidir). Bu durum, Binomial Modeli için bir dezavantaj oluşturmaktadır. Menkul kıymetlerin fiyatlarının anlık değişimler gösterdiği göz önünde bulundurulursa, dönem sayısının yetersiz seçilmesi, gerçek fiyat hareketlerinin yansıtılamamasına ve opsiyon fiyatının hatalı tahmin edilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla Binomial Modeli'nde dönem sayısının seçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Binomial Modeli'nin Black-Scholes Modeli'ne göre en büyük avantajı ise Amerikan tipi opsiyonların da bu modelle fiyatlandırılabilmesidir. Diğer modellere göre daha basit bir yöntemle oluşturulabilen Binomial Modeli, dönem sayısının uygun seçilmesi durumunda etkin bir şekilde Amerikan tipi opsiyonların fiyatlarını tahmin edebilmektedir. Amerikan tipi opsiyon fiyatlamasında yaygın olarak kullanılan bir diğer model olan Whaley'in İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu ise çok daha karmaşık bir süreç sonucunda türetilir ve temel olarak Avrupa tipi opsiyonların primlerine erken kullanım priminin eklenmesiyle Amerikan tipi opsiyon fiyatı elde edilir. Bu modelin teorik olarak Binomial Modeli'nden daha gerçekçi sonuçlar vermesi beklenebilir. Diğer yandan, İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu'nun varsayımlarından biri kar payı ödemelerinin ayrık olması yerine sabit ve sürekli bir getirisinin olmasıdır. Bu durum, kar payı veren hisse senedi opsiyonunun hesaplanmasında gerçek olmayabilecek sonuçların ortaya çıkmasına yol açabilir. Belirli dönemlerde kar payı veren hisse senedi opsiyonları için düzenlenebilen Binomial Modeli bu durumda daha uygun bir tercih olacaktır. Uygulamada kar payı ödemesinin söz konusu olmadığı düşünülürse İkinci Dereceden Yaklaşım Modeli'nde elde edilen sonuçların daha gerçekçi olabileceği öne sürülebilir.

3.5.Uygulamada Karşılaşılan Güçlükler

Bu bölümde, uygulamanın etkin bir sonuç verebilmesinin önündeki muhtemel engellere değinilmiştir.

Uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için gereken verilerin toplanmasında herhangi bir güçlükle karşılaşılmamasına karşın, bu verilerin alındığı dönem (Ocak 2008 – Mayıs 2008) göz önünde bulundurulursa uygulamanın sonuçlarının gelecekte oluşacak Türkiye opsiyon piyasası için genel bir hükme varamayabileceği tahmin edilmektedir. Bunun nedeni, opsiyon priminin fiyatlandığı EREGL hisse senedinin fiyatlarındaki hareketlenmenin, İMKB'nin Küresel Ekonomik Kriz nedeniyle gerçekleştirdiği dalgalanmadan etkilenmesidir. Dolayısıyla bu hisse senedinin hesaplanan fiyatındaki volatilite, normal şartlarda oluşabilecek volatiliteden yüksek olabilmektedir.(Eğer hisse senedinin 2008 yılı 2. yarısındaki fiyatları alınsaydı, muhtemelen krizden daha fazla etkilenen hissenin fiyat hareketliliği daha da fazla olacaktı) Dolayısıyla, söz konusu hisse için hesaplanan opsiyon primlerinin 2008'in ilk yarısı için geçerli olabileceğinin hatırlatılmasında yarar vardır.

Aynı çekince, risksiz faiz oranı için de geçerlidir. Piyasaların dalgalı olması, faiz oranlarını da etkilemekte ve özellikle küresel ekonomik krizin hakim olduğu dönemlerde faiz oranları yükselmektedir. Bu etken de opsiyon primlerinin hesaplandığı dönem için normal şartların üzerinde olabilmesine neden olmaktadır.

3.6.Opsiyonlu İşlemlerin Türkiye Açısından Muhtemel Ekonomik ve Finansal Etkileri

Bu bölümde, vadesine göre farklı opsiyon türleri için geleneksel ve gelişmiş opsiyon fiyatlama modelleriyle prim fiyatlarının hesaplandığı opsiyonların Türkiye açısından muhtemel ekonomik ve finansal etkilerinden bahsedilecektir.

Opsiyon sözleşmelerinin, Türkiye'de organize borsalarda işlem görmeye başlayacak olması, öncelikle finansal yenilik olması bakımından incelenebilir. Genellikle yeni finansal ürünlerin ekonomik anlamdaki katkıları üç şekilde olmaktadır:

1. Fon fazlası olanlarla, fon ihtiyacı olanları ortak amaçlar doğrultusunda bir araya getirerek, sermaye transferini sağlamış olur.
2. İşlem maliyetlerini aşağı çekerek, likiditenin artmasını sağlar.
3. Aracıların faaliyetlerini azaltır ve işlem yapmak isteyen taraflara ucuz, hızlı ve etkin bilgi sağlar.[77]

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda opsiyon sözleşmelerinin işlem görmeye başlayacak olması, kuşkusuz Türkiye ekonomisine diğer yeni finansal ürünlerin sağladığı katkıyı sağlayacak, sermaye piyasası araçlarının temel katkısı olan fon transferinin hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacaktır.

Opsiyonların önemli bir özelliği de, bireysel ve kurumsal yatırımcılara menkul kıymet çeşitlendirmesine olanak tanıdığından etkin portföylerin oluşmasına yardımcı olmaktır.[78]

Opsiyonların, finansal yenilik olarak getireceği katkıların yanı sıra, kendine has yapısıyla Türkiye ekonomisine diğer finansal ürünlerden farklı katkılar sağlayacağı da söylenebilir.

[77] Robert C. Merton, "Financial Innovation and Economic Performance", **Journal of Applied Corporate Finance,** Vol.4, No.4 (December 1991), s.17.

[78] Mark Rubenstein, "An Economic Evaluation of Organized Options Markets", **Journal of Comparative Law and Securities Regulation**, June 1979, s.54.

Opsiyonların, diğer finansal ürünler gibi spekülatif amaçlarla kullanılabileceği gibi risk yönetimi aracı olarak da kullanılabilmesi, bu sözleşme türünün finansal sisteme herhangi bir finansal üründen daha çok katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Hisse senedi üzerine yazılan opsiyon sözleşmeleri, hisse senedinin ortaklığını temsil ettiği şirketin ortakları ve yatırımcılar tarafından risk yönetim aracı olarak kullanılabilir. Portföylerinde opsiyona konu olan hisse senediyle aynı sektörden farklı hisse senetlerine ya da söz konusu hisse senediyle belirgin bir korelasyona sahip diğer hisse senetlerine sahip yatırımcılar dahi opsiyon sözleşmeleriyle riskten korunma imkanı elde edebileceklerdir.

Gelişmiş ülkelerin piyasalarında hisse senedi üzerine yazılan opsiyon piyasalarının hisse senedi getirisi, risk ve derinliğine olumlu katkı yaptığı da gözlenmiştir. Bu etkinin Türkiye piyasalarında da gerçekleşmesi durumunda opsiyon piyasalarının oluşması, spot ve vadeli işlemler piyasalarının ve dolayısıyla finansal sistemin daha güçlü olmasına, ekonomik büyümenin desteklenmesine ve yabancı sermaye girişlerinin artmasına yol açabilecektir.

Hisse senedi üzerine yazılan opsiyon sözleşmelerinin Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda işlem görmesi, Türk Sermaye Piyasası'nın gelişimini tamamlaması ve daha ileri düzeyde uluslararası bir nitelik kazanmasını sağlamasının yanı sıra, aynı zamanda yabancı sermaye girişlerinin sürekliliğine imkan yaratarak bu sermayenin niteliğini kısa vadeli olmaktan çıkararak daha uzun vadeli bir yapıya kavuşmasını mümkün kılacaktır. Bunun nedeni, spot piyasada karşılaşabileceği risklerden korunmak isteyen yabancı yatırımcıların, sermayelerini diğer ülkelere kaydırmak yerine Türkiye opsiyon piyasalarına yatırım yaparak karşılaşabileceği risklerden korunabilme fırsatı elde edecek olmalarıdır.

Yatırım fonlarının kompozisyonunda çeşitli oranlarda hisse senetlerinin bulunması, bu fonlarda ortaya çıkabilecek risklerden korunma ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Özellikle A tipi fonlar gibi belli oranların üzerinde hisse senedini portföyünde bulunduran fonların fiyat düşüşlerine karşı tam olarak korunmadığı ve birim fiyatlarındaki volatilitenin yüksek olduğu açıktır. Fon yöneticileri, hisse senedi üzerine opsiyon sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmeye başlamasıyla söz konusu opsiyon sözleşmelerini satarak, portföylerini fiyat düşüşlerine karşı tam olarak koruma altına alma fırsatı bulacaklardır. Daha etkin yönetilen yatırım fonlarıyla, yatırım fonu piyasasının büyümesi ivme kazanacaktır.

Döviz, faiz ve emtia üzerine yazılan opsiyonlarda riskten korunma öncelikli amaç olarak ortaya çıkmaktadır. Dövizle ticaret yapan kişi ya da kuruluşlar, döviz üzerine yazılan opsiyonlarla kendilerini işlem yaptıkları dövizin belirli seviyelerin altına inmesi ya da üzerine çıkmasına karşı korunmuş olurlar. Döviz riskinden korunma fırsatı elde eden işletmeler, yatırım kararlarını daha kolay ve sağlıklı bir şekilde alabileceklerdir.

Üzerine opsiyon sözleşmesi yazılan emtianın ticaretini yapan ya da söz konusu emtianın fiyatındaki hareketlenmeden etkilenebilecek şirketler de opsiyon sözleşmeleriyle kendilerini güvenceye alırlar. Emtia üzerine yazılan opsiyonlar, vade sonunda fiziki teslimat gerektirdiğinden bu tür opsiyon sözleşmelerinin spekülatif amaçlarla kullanımı ve dolayısıyla bu sözleşmelerin işlem hacimleri sınırlı olmaktadır.

Faiz oranları ise tüm işletmelerin mali yapısını etkileyen önemli bir etkendir. Faiz oranlarındaki dalgalanma, şirketlerin yatırımlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısıyla belirli bir faizden borçlanma ya da borç verme opsiyonu işletmeler için cazip gelebilecektir.

Opsiyon sözleşmelerinin organize borsalarda devreye girmesiyle piyasa katılımcıları, bilgi birikimlerini yenilemek ve daha profesyonel bir şekilde karmaşık yatırım tekniklerini uygulamak durumunda kalacaklardır. Bu gelişme, aynı zamanda aracı kurumların yapılanmalarının daha profesyonelce oluşturulmasına da yol açacaktır. Ayrıca piyasa katılımcılarının daha fazla bilgiye olan ihtiyacı, yazılı ve görsel haber kaynaklarının finansal piyasalar ve yeni finansal ürünler hakkında sağlayacağı bilgi ağının genişlemesine yol açacaktır.

Yeni bir finansal ürün olması ve risk yönetimi aracı olarak kullanılabilmesi nedenleriyle Türkiye finans piyasalarına olumlu katkı sağlaması beklenen opsiyonların, yakın gelecekte organize borsalarda işlem görmeye başlamasıyla, piyasa katılımcılarının yetersiz bilgiye sahip olmalarından kaynaklanan olumsuzlukların ve çeşitli engellerin ortadan kalkmasıyla, yüksek işlem hacimlerine ulaşması beklenmektedir.

SONUÇ

Son yıllarda finansal sistemin gelişmesi ve uluslar arası finansal hareketlerin hız kazanması, finansal riski de beraberinde getirmiştir. Bu nedenle riskten korunmada türev ürünlere olan ilgi artmış, dolayısıyla bu ürünlerin fiyatlandırılmalarına yönelik modeller de önem kazanmıştır.

Opsiyonlar, spekülasyon amacının yanı sıra risk yönetimi aracı olarak da kullanılmasıyla herhangi bir yeni finansal üründen farklı olmakla birlikte, kendisini satın alan tarafı ödediği prim dışında herhangi bir yükümlülük altına sokmamakla diğer türev ürünlerinden ayrılmaktadır. Opsiyonun vadesinden önce kullanılıp kullanılamaması, opsiyonun yazıldığı finansal aracın fiyatının hareketliliği, opsiyonun fiyatlanmasını karmaşık hale getirmekte, farklı yaklaşımlarla bu durumların opsiyon fiyatını nasıl şekillendireceği ortaya koymaktadır.

Fisher Black ve Myron Scholes'un 1970'li yılların başlarında ortaya koydukları, opsiyon fiyatlandırma modelleri, opsiyonun üzerine yazıldığı menkul kıymetin fiyatlarının lognormal dağılıma sahip olması gibi bir takım varsayımlarla opsiyon fiyatlandırmasını daha kolay bir hale getirmişlerdir. Cox, Ross ve Rubinstein tarafından geliştirilen Binomial Model ise opsiyon fiyatlandırmasına binom ağaçlarını kullanarak farklı bir yol izlemiş, hem anlaşılması kolay hem de Amerikan tipi opsiyonların fiyatlandırılabilmesi gibi yenilikler getiren bir model oluşturmuştur. Bu iki model de günümüzde organize opsiyon piyasalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu iki modelin gerçek hayatta geçerli olmayan varsayımlara sahip oldukları açıktır. Bu varsayımların yerine daha gerçekçi sonuçlar elde etmek isteyen birçok akademisyen alternatif modeller geliştirmişlerdir. Bu modellerin arasında Cox ve Ross tarafından opsiyonun volatilitesinin üzerine yazılan menkul kıymetin fiyatına bağlı olarak değişeceği varsayımından yola çıkarak oluşturulan Sabit Elastikiyetli Varyans Modeli, Merton tarafından geliştirilen hisse senetlerindeki ani fiyat hareketlerini opsiyon fiyatına yansıtan Sıçramalı Süreç modeli, Stokastik volatilite kavramıyla menkul kıymet hareketliliğini tespit etmede alternatif bir yöntem geliştiren Stokastik volatilite modeli ve 1987 yılında Giovanni Barone-Adesi ve Robert Whaley tarafından geliştirilen ve Amerikan tipi opsiyonların fiyatlandırılmasında farklı bir yaklaşım getiren İkinci Dereceden Yaklaşım Metodu yer almaktadır.

Finansal piyasa oyuncularının çeşitli ihtiyaçları, fiyatlama teorisindeki gelişmeler ve işlemcilerin risk yönetimindeki becerilerinin artması, opsiyon piyasasında daha karmaşık ürünlerin oluşturulmasına yol açmış ve egzotik opsiyon olarak da tanımlanan bu ürünler giderek artan işlem hacimleriyle gelişmiş ülkelerin piyasalarında işlem görmeye başlamıştır. Egzotik opsiyonların fiyatlama modelleri de bu opsiyonlar gibi daha karmaşık bir süreç sonunda oluşturulmaktadır. Bu çalışmada açıklanan ve genellikle faiz haddi üzerine yazılan cap, floor, caption ve collar opsiyonlarının fiyatlamasının temelinde Black'in geliştirdiği model yer almakla birlikte daha karmaşık süreçlerle oluşturulan diğer egzotik opsiyonların fiyatlamalarının bir kısmı gelişmiş opsiyon fiyatlama modellerinde olduğu gibi Black-Scholes Modeli'nden türetilmiştir. Egzotik opsiyonların fiyatlama modelleri de bu tip opsiyonlar gibi birden fazla opsiyon türünün kombinasyonuyla elde edilmektedir.

Yakın tarihte Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda işlem görmesi planlanan opsiyon sözleşmeleriyle yatırımcılar yeni bir yatırım ve risk yönetimi aracına kavuşmuş olacaklardır. Açığa satış, kredili işlemler ve portföy yöneten kurumsal yatırımcıların risk ayarlamalarında yol gösterici olan opsiyon sözleşmelerinin işlem görmeye başlaması kuşkusuz piyasa gelişimine olumlu katkı sağlayacaktır.

Hisse senedi üzerine yazılan opsiyonlar, sadece risk yönetimi aracı olarak kullanılmakla kalmayıp, opsiyonun konu olduğu hisse senetlerinin işlem hacimlerine ve likiditelerine olumlu katkı sağlamaktadırlar. Dolayısıyla, hisse senedi üzerine yazılan opsiyon işlemleri sadece vadeli işlem piyasasını geliştirmemekte, aynı zamanda spot piyasaların gelişimine de katkı sağlamaktadır. Hisse senedi üzerine yazılan opsiyon piyasalarının hisse senedi getirisi, risk ve derinliğine olumlu yansıdığı göz önünde bulundurulursa opsiyon piyasalarının oluşmasıyla, finansal sistemin daha güçlü olması, ekonomik büyümenin desteklenmesi ve yabancı sermaye girişlerinin hızlanması sağlanabilecektir.

Döviz üzerine yazılan opsiyonlarla ithalat-ihracat yapan şirketlerin etkin bir şekilde döviz riskinden korunmaları sağlanacağı gibi emtia üzerine yazılan opsiyon sözleşmeleriyle söz konusu emtianın ticaretini yapan şirketler de fiyat dalgalanmalarından etkilenmeyecektir. Faiz opsiyonları ise bütün işletmelere önceden belirlenmiş faiz oranlarıyla borç alma ve verme opsiyonu sağlayacağından, bu opsiyonu kullanan işletmelerin daha sağlıklı yatırım yapabilmelerinin önünü açacaktır.

Opsiyon sözleşmelerinin Türkiye'de organize borsalarda işlem görmeye başlayacak olmasının bir diğer beklenen etkisi de artan bilgi ihtiyacının olumlu motivasyonuyla piyasa şeffaflaşmasına, kurumsallaşmaya ve profesyonelleşmeye olan katkısı olarak gösterilebilir. Ayrıca Türkiye'de opsiyon piyasalarının oluşmasıyla, uluslararası opsiyon piyasaları ve yatırımcıları ile buluşma imkanı da sağlanmış olacaktır.

Bütün bu olumlu beklentilere karşın opsiyonların Türkiye'de henüz organize piyasalarda işlem görmemesi, bu piyasanın bir takım engellerle karşılaşmakta olduğunu da ortaya koymaktadır. Opsiyon piyasasının oluşmasının önündeki en büyük engel, türev ürün piyasaları ile ilgili kavramların toplum tarafından yeteri kadar bilinmemesi, yatırımcılar ve bilim insanlarının bu piyasalar için yeterli bilişsel alt yapıya ulaşamamaları olarak gösterilebilir.

Opsiyon piyasalarının oluşmasının önünde bir takım teknik engeller de yer almaktadır. Bunların başında çalışmada yapılan uygulamada görüldüğü gibi Türkiye'de menkul kıymetlerin fiyatlarındaki değişkenliğin oldukça yüksek olması gösterilebilir. Spot ve vadeli piyasalardaki volatilitenin yüksek olması, her ne kadar yüksek getiri beklentisine yol açsa da hem opsiyonların riskten korunma amacıyla çelişmekte, hem de özellikle yabancı yatırımcılar için uzun vadeli bir yatırım seçeneği olma olasılığını düşürmektedir.

Opsiyon piyasalarının oluşmasının önündeki bir diğer muhtemel engel de faiz oranlarının yüksek olmasıdır. Faiz oranları, opsiyon sözleşmeleri için ödenmesi gereken primi yüksek kılmaktadır. Opsiyonların riskten korunma araçlarından biri olduğu göz önünde bulundurulursa Türkiye'de opsiyonların mevcut koşullarda bu amaçla kullanılması sözleşmelerin maliyetli olması nedeniyle cazip olmayacaktır. Finansal piyasaların daha istikrarlı yapıya kavuşması ve faiz oranlarının düşmesi, opsiyon piyasalarının ülkemizde etkin ve yüksek işlem hacimli piyasalar olmalarını sağlayacaktır.

EK 1: EREĞLİ HİSSE SENEDİ 02.01.2008 – 30.05.2008 TARİHLERİ ARASINDAKİ GÜNLÜK BORSA FİYATLARI

Tarih	Ham Fiyat	Bölünmüş Fiyat (*)	S_i/S_{i-1}	u_i (**)	u_i^2
30/05/2008	7.8	7.8	0.9689441	-0.031548358	0.000995299
29/05/2008	8.05	8.05	1	0	0
28/05/2008	8.05	8.05	0.9663866	-0.034191365	0.001169049
27/05/2008	11.7	8.33	1.0347826	0.034191365	0.001169049
26/05/2008	11.3	8.05	0.982906	-0.017241806	0.00029728
23/05/2008	11.5	8.19	0.9578947	-0.043017385	0.001850495
22/05/2008	12	8.55	0.9918794	-0.008153802	6.64845E-05
21/05/2008	12.1	8.62	1	0	0
20/05/2008	12.1	8.62	0.9919448	-0.008087855	6.54134E-05
16/05/2008	12.2	8.69	0.984145	-0.015982075	0.000255427
15/05/2008	12.4	8.83	1.0499405	0.048733541	0.002374958
14/05/2008	11.8	8.41	0.9917453	-0.008288976	6.87071E-05
13/05/2008	11.9	8.48	1.0083234	0.008288976	6.87071E-05
12/5/2008	11.8	8.41	0.9756381	-0.024663611	0.000608294
9/5/2008	12.1	8.62	0.9762174	-0.02406993	0.000579362
8/5/2008	12.4	8.83	1.0079909	0.00795911	6.33474E-05
7/5/2008	12.3	8.76	1.0416171	0.040774431	0.001662554
6/5/2008	11.8	8.41	1	0	0
5/5/2008	11.8	8.41	1.0096038	0.009558018	9.13557E-05
2/5/2008	11.7	8.33	1.0530973	0.051735674	0.00267658
1/5/2008	11.1	7.91	0.9826087	-0.01754431	0.000307803
30/04/2008	11.3	8.05	1.0564304	0.054895722	0.00301354
29/04/2008	10.7	7.62	1.0092715	0.009228806	8.51709E-05
28/04/2008	10.6	7.55	0.9817945	-0.01837322	0.000337575
25/04/2008	10.8	7.69	0.9808673	-0.019318051	0.000373187
24/04/2008	11	7.84	1	0	0
22/04/2008	11	7.84	0.9911504	-0.008888947	7.90134E-05
21/04/2008	11.1	7.91	1.0089286	0.008888947	7.90134E-05
18/04/2008	11	7.84	1.0384106	0.037691271	0.001420632
17/04/2008	10.6	7.55	1.0188934	0.018717124	0.000350331
16/04/2008	10.4	7.41	0.9906417	-0.009402353	8.84042E-05
15/04/2008	10.5	7.48	0.9816273	-0.018543578	0.000343864
14/04/2008	10.7	7.62	0.9819588	-0.018205964	0.000331457
11/4/2008	10.9	7.76	0.9897959	-0.0102565	0.000105196
10/4/2008	11	7.84	1.0384106	0.037691271	0.001420632
9/4/2008	10.6	7.55	1.0093583	0.009314771	8.6765E-05
8/4/2008	10.5	7.48	0.9816273	-0.018543578	0.000343864
7/4/2008	10.7	7.62	1.0438356	0.042902022	0.001840583
4/4/2008	10.25	7.3	1.0296192	0.029189008	0.000851998
3/4/2008	9.95	7.09	1.0320233	0.031521234	0.000993588
2/4/2008	9.65	6.87	0.9689704	-0.031521234	0.000993588
1/4/2008	9.95	7.09	1.0645646	0.062565856	0.003914486
31/03/2008	9.35	6.66	0.9837518	-0.016381602	0.000268357
28/03/2008	9.5	6.77	0.9955882	-0.004421525	1.95499E-05
27/03/2008	9.55	6.8	0.994152	-0.005865119	3.43996E-05
26/03/2008	9.6	6.84	1	0	0

EK 1' İN DEVAMI

Tarih	Ham Fiyat	Bölünmüş Fiyat	S_i/S_{i-1}	u_i	u_i^2
25/03/2008	9.6	6.84	1.0103397	0.010286645	0.000105815
24/03/2008	9.5	6.77	1.0496124	0.048420956	0.002344589
21/03/2008	9.05	6.45	0.9847328	-0.015384919	0.000236696
20/03/2008	9.2	6.55	0.9834835	-0.016654435	0.00027737
19/03/2008	9.35	6.66	1.0390016	0.038260214	0.001463844
18/03/2008	9	6.41	1.033871	0.033309979	0.001109555
17/03/2008	8.7	6.2	0.9509202	-0.050325084	0.002532614
14/03/2008	9.15	6.52	1.0061728	0.006153866	3.78701E-05
13/03/2008	9.1	6.48	0.993865	-0.006153866	3.78701E-05
12/3/2008	9.15	6.52	0.9848943	-0.015220994	0.000231679
11/3/2008	9.3	6.62	1.0626003	0.060719037	0.003686801
10/3/2008	8.75	6.23	1.0113636	0.011299555	0.00012768
7/3/2008	8.65	6.16	0.9824561	-0.017699577	0.000313275
6/3/2008	8.8	6.27	0.9952381	-0.004773279	2.27842E-05
5/3/2008	8.85	6.3	1.0588235	0.057158414	0.003267084
4/3/2008	8.35	5.95	0.9883721	-0.01169604	0.000136797
3/3/2008	8.45	6.02	0.9709677	-0.029462033	0.000868011
29/02/2008	8.7	6.2	0.9717868	-0.028618805	0.000819036
28/02/2008	8.95	6.38	1.0175439	0.017391743	0.000302473
27/02/2008	8.8	6.27	1.0791738	0.076195784	0.005805797
26/02/2008	8.15	5.81	1.0069324	0.00690849	4.77272E-05
25/02/2008	8.1	5.77	0.9584718	-0.042415179	0.001799047
22/02/2008	8.45	6.02	0.9555556	-0.045462374	0.002066827
21/02/2008	8.85	6.3	1.0465116	0.045462374	0.002066827
20/02/2008	8.45	6.02	1.0433276	0.042415179	0.001799047
19/02/2008	8.1	5.77	1.0587156	0.057056472	0.003255441
18/02/2008	7.65	5.45	1.0263653	0.026023773	0.000677237
15/02/2008	7.45	5.31	0.9743119	-0.026023773	0.000677237
14/02/2008	7.65	5.45	1	0	0
13/02/2008	7.65	5.45	1.0130112	0.012927235	0.000167113
12/2/2008	7.55	5.38	1.0781563	0.075252464	0.005662933
11/2/2008	7	4.99	1	0	0
8/2/2008	7	4.99	0.9940239	-0.005994024	3.59283E-05
7/2/2008	7.05	5.02	0.9653846	-0.035228692	0.001241061
6/2/2008	7.3	5.2	0.961183	-0.039590467	0.001567405
5/2/2008	7.6	5.41	0.9609236	-0.039860349	0.001588847
4/2/2008	7.9	5.63	1.0406654	0.039860349	0.001588847
1/2/2008	7.6	5.41	1.0403846	0.039590467	0.001567405
31/01/2008	7.3	5.2	0.9665428	-0.034029749	0.001158024
30/01/2008	7.55	5.38	0.987156	-0.012927235	0.000167113
29/01/2008	7.65	5.45	1.0400763	0.03929411	0.001544027
28/01/2008	7.35	5.24	0.9739777	-0.026366876	0.000695212
25/01/2008	7.55	5.38	0.9944547	-0.005560719	3.09216E-05
24/01/2008	7.6	5.41	1.0484496	0.047312513	0.002238474
23/01/2008	7.25	5.16	0.9662921	-0.034289073	0.001175741
22/01/2008	7.5	5.34	0.9434629	-0.058198239	0.003387035
21/01/2008	7.95	5.66	0.9129032	-0.0911254	0.008303838

EK 1' İN DEVAMI

Tarih	Ham Fiyat	Bölünmüş Fiyat	S_i / S_{i-1}	u_i	u_i^2
18/01/2008	8.7	6.2	1.0247934	0.02449102	0.00059981
17/01/2008	8.5	6.05	0.9649123	-0.035718083	0.001275781
16/01/2008	8.8	6.27	0.9514416	-0.049776994	0.002477749
15/01/2008	9.25	6.59	0.9791976	-0.021021795	0.000441916
14/01/2008	9.45	6.73	1	0	0
11/1/2008	9.45	6.73	0.9940916	-0.005925943	3.51168E-05
10/1/2008	9.5	6.77	0.9897661	-0.010286645	0.000105815
9/1/2008	9.6	6.84	1.0208955	0.020680205	0.000427671
8/1/2008	9.4	6.7	1.0120846	0.012012156	0.000144292
7/1/2008	9.3	6.62	0.9836553	-0.016479774	0.000271583
4/1/2008	9.45	6.73	0.9697406	-0.030726631	0.000944126

Kaynak: *Finnet 2000 –Borsa Bilgi Servisi.* 2008. http://www.finnet.com.tr (23 Haziran 2008).

* Bölünmüş fiyat, hisse senedi fiyatındaki sermaye artırımı ya da temettü ödemesi nedeniyle gerçekleşen değişimin etkilerinden arındırılmış fiyattır. Bu nedenle hisse senedinin fiyat hareketlerini incelerken bölünmüş fiyat baz alınmıştır.

** u_i = ln(Si/Si-1) ; günlük getiri (hisse senedi fiyatının bir önceki günkü hisse senedi fiyatına bölümünün doğal logaritmik fonksiyonunun alınmasıyla elde edilen değer).

KAYNAKLAR

- Abramowitz, Milton and Irene Stegun, **Handbook of Mathematical Functions**. 9. b., New York: Dover Publications, 1972.
- Akalın, İlker Osman, "Hisse Senedi Üzerine Opsiyon Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulaması", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**.** Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 2006).
- Akkum,Tülin,"Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi.** Cilt 29, No.1, 2000, ss.47-74.
- Ansbacher, Max ,**The New Options Market**. 4^{th} ed., New York: John Wiley and Sons, 2000.
- Barone-Adesi, Giovanni and Robert. E. Whaley. "Efficient Analytic Approximation of American Option Values", **Journal of Finance**. Vol. 42, No.2, 1987, ss.301-320.
- Bates, David S., "Testing Option Pricing Models", G.S. Maddala and C.R. Rao (Ed). **Handbook of Statistics 14 : Statistical Methods in Finance** içinde. Amsterdam: Elsevier Science B.V.,1996, ss. 567-605.
- Benniga, Simon and Zvi Wiener, "The Binomial Option Pricing Model", **Mathematica in Education and Research**. Vol. 6, No.3,1997, ss.1-8.
- Black, Fisher and Myron Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", **Journal of Political Economy.** Vol.81, No.3, May – June 1973, ss. 637-654.
- Borak, Szymon, Kai Detlefsen ve Wolfgang Hardle, "Fast Fourier Transform Based Option Pricing", **SFB 649 Discussion Paper Series**, No: 11, 2005, ss.1-20.
- Bölükbaş, Burçin, "Opsiyon Sözleşmeleri Fiyatlandırma Modelleri", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 2003).
- Canbaş, Serpil ve Hatice Doğukanlı, **Finansal Pazarlar-Finansal Kurumlar ve Sermaye Pazarı Analizler**, 4.b., İstanbul: Karahan Kitabevi,2007.
- Castanias, R. P., "Macroinformation and the Variability of Stock Market Prices", **Journal of Finance**. Cilt.34, 1979, ss. 439-450.
- Chance, Don M., **An Introduction to Derivatives**. 3^{rd} ed., New York: The Dryden Press, 1989.
- Cox, John C. and Stephen A. Ross, "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes", **Journal of Financial Economics**, Vol.3, No.1-2, 1976, ss. 145-176.

- Cox, John C., Stephen A. Ross and Mark Rubinstein, “Option Pricing: A Simplified Approach”, **Journal of Financial Economics**, Vol.7, No.3 (September 1979), ss.229-263.
- Das, Satyajit, **Risk Management and Financial Derivatives: A Guide to the Mathematics**. New York: Mc Graw-Hill, 1998.
- Dönmez, Çetin Ali ve diğerleri, **Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş**, İstanbul: İMKB Yayınları, 2002.
- Erol, Ümit, **Vadeli İşlem Piyasaları: Teori ve Pratik**. İstanbul: İMKB Yayınları,1999.
- Ersan, İhsan. **Finansal Türevler**, İstanbul: Literatür Yayıncılık Dağıtım Pazarlama,1996.
- Finnerty, J.E., “The Chicago Board of Options Exchange and Market Efficiency”, **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol.13, 1978, ss.29-38.
- *Finnet 2000 –Borsa Bilgi Servisi.* 2008. http://www.finnet.com.tr (23 Haziran 2008).
- Geman, Hélyette, **Insurance and Weather Derivatives: From Exotic Options to Exotic Underlyings.** Londra: Risk Books, 1999.
- Gemmill, Gordon. **Options Pricing: An International Perspective**. London: Mc Graw-Hill, 1993.
- Gökçe, Gökçe Alp, **Opsiyon Değerlemenin Temelleri ve Temel Opsiyon Değerleme Modelleri ile Stokastik Değişkenliğin İMKB Hisse Senedi Piyasaları’nda Geçerliliklerinin Araştırılması**. İstanbul: İktisadi Araştırmalar Vakfı, 2006.
- Heston, Steven L., “A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options”, **The Review of Financial Studies**. Vol.6, No.2, 1993, ss.327-343.
- Hull, John, **Introduction to Futures and Options Markets**. New York: Prentice Hall International Editions, 1995.
- Hull, John, **Options, Futures and Other Derivative Securities**, 2. b., ABD: Prentice Hall International Inc., 1993.
- Hull, John and Alan White, “The Pricing of Options on Assets with Stochastic Volatilities”, **The Journal of Finance**. Vol. 42, No.2, 1987, ss. 281-300.
- *Image: Lognormal distribution PDF .png.* 2008. http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Lognormal_distribution_PDF.png (20 Haziran 2008)
- İMKB, **Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu**. 20.basım, İstanbul: İMKB Yayınları, 2008.

- Karslı, Muharrem, **Sermaye Piyasası Borsa Menkul Kıymetler.** İstanbul: İMKB Yayınları, 1989.
- Katz, Jeffrey Owen and Donna L. McCormick, **Advanced Option Pricing Models: An Empirical Approach to Valuing Options**. New York: McGraw- Hill, 2005.
- Knight, Frank Hyneman, **Risk, Uncertainty and Profit.** New York: Cosimo Classics, 2005.
- Kolb, Robert W.,**Understanding Options**. New York: John Wiley and Sons, 1995.
- Korkmaz, Turhan, **Hisse Senedi Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri**. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, 1999.
- Kurtay, Selma, **Foreign Currency Options: Market Structure, Pricing, Strategies and Accountancy.** Ankara: Capital Market Board of Turkey Publications, 1997.
- Küçükkocaoğlu, Güray. "Türev Piyasaları- Swap ve Options", 2008.Başkent Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü. http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/ (20 Mayıs 2008)
- MacBeth, James D. and Larry J. Merville, "Tests of Black-Scholes and Cox Call Option Valuation Models", **Journal of Finance**. Vol.35, No.2, May 1980, ss. 285-301.
- Merton, Robert C., "Option Pricing When Underlying Stock Returns are Discontinuous", **Journal of Financial Economics.** Vol. 3, No. 1-2, January-March 1976, ss.125-144.
- Merton, Robert C., "Financial Innovation and Economic Performance", **Journal of Applied Corporate Finance,** Vol.4, No.4, December 1991, ss.12-22.
- Natenberg, Sheldon, **Option Volatility and Pricing.** New York: Mc Graw-Hill, 1994.
- *Option Delta.* 2005. http://www.optiontradingtips.com/greeks/delta.html (20 Haziran 2008).
- Overby, Brian, "History of Options", The Options Institute (Ed.),**Options: Essential Concepts and Trading Strategies** içinde. New York: McGraw-Hill Professional, 1999, ss.1-19.
- Rouah, Fabrice Douglas and Gregory Vainberg, **Option Pricing Models and Volatility Using Excel – VBA.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- Rubenstein, Mark, "An Economic Evaluation of Organized Options Markets", **Journal of Comparative Law and Securities Regulation**, June 1979, ss.54-55.
- Scott, Louis O., "Option Pricing When the Variance Changes Randomly: Theory, Estimators and Applications", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol.22, No.4, 1987, ss.419-438.
- Seyidoğlu, Halil, **Uluslararası Finans**. İstanbul: Güzem Yayınları, 2001.
- Stein, Elias M. and Jeremy C. Stein, "Stock Price Distributions with Stochastic Volatility", **Review of Financial Studies**. Vol.4, No.4, 1991, ss.727-752.

- Taleb, Nassim, **Dynamic Hedging: Managing Vanilla and Exotic Options**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997
- *The Grek Letters- Gamma.* 2001. http://www.quantnotes.com/fundamentals/options/thegreeks-gamma.html (20 Haziran 2008)
- TSPAKB. Sermaye Piyasası Faaliyetleri İleri Düzey Lisansı Eğitim- Finansal Yönetim Notları. 2008. http://www.tspakb.org.tr/tr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/ETM_lisanslama_egitim_kilavuzlari_ileri_duzey_finyonetim_200810.pdf (7 Kasım 2008).
- **Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik**, RG: 23.02.2001, 24307.
- Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü Çalışma Grubu, **Sermaye Piyasası Araçlarına Dayalı "Future" ve "Option" Sözleşmelerinin Fiyatlaması.** İstanbul: İMKB Yayınları, 1995.
- Watsham, Terry J., **Futures and Options in Risk Management**. Londra: International Thomson Business, 1998.
- Wilmott, Paul, Sam Howison and Jeff Dewynne, **The Mathematics of Financial Derivatives**, USA: Cambridge University Pres, 1995.
- Yıldırak, Kasırga, Nilüfer Çalışkan ve Şirzat Çetinkaya, **Türev Ürün Fiyatlama Teknikleri.** İstanbul: Literatür Yayınları, 2008
- Yılmaz, Mustafa Kemal, **Hisse Senedi Opsiyonları ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Uygulanabilirliği**. İstanbul: İMKB Yayınları,1998
- Zhang, Peter G., **Exotic Options.** Singapore: World Scientific Publishing, 1998.