

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**YATIRIM KARARLARININ DEĞERLEMESİNDE REEL OPSİYONLAR:
BİLİSİM TEKNOLOJİLERİ YATIRIM UYGULAMASI**

**DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Selçuk Altan ÖZOGUL**

Anabilim Dalı : İSLETME

Programı : İSLETME

MART 2006

**YATIRIM KARARLARININ DEĞERLEMESİNDE REEL OPSİYONLAR:
BİLİSİM TEKNOLOJİLERİ YATIRIM UYGULAMASI**

**DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Selçuk Altan ÖZOGUL
401002003**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 Aralık 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mart 2006**

**Tez Danismanı : Prof.Dr. Burç ÜLENGİN
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Cengiz KAHRAMAN
Prof.Dr. Mehmet BOLAK (Galatasaray Üniv.)
Doç.Dr. Hakan ORBAY (Sabancı Üniv.)
Doç.Dr. Oktay TAS**

MART 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşturulmasında bana yol gösteren ve sonsuz destek veren tez danışmanım Prof. Dr. Burç Ülengin'e tesekkür ederim. Ayrıca bana her türlü desteği veren aileme de tesekkürü borç bilirim.

Mart 2006

Selçuk Altan ÖZOGUL

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLEMESİ	6
2.1. Belirsizlik ve Risk	9
2.2. Yatırım Projeleri Portföy Yönetimi	12
2.3. Net Bugünkü Değer Metodu	14
2.4. İç Verim Oranı	17
2.5. Karar Analizi	17
2.6. Reel Opsiyonlar Metodu	19
2.6.1. Reel Opsiyonlar Metodunun Gelişimi	20
2.6.2. Reel Opsiyon Uygulamaları	22
2.6.3. Reel Opsiyonlarla Bilisim Teknolojileri Uygulamaları	25
3. OPSİYONLAR TEORİSİ	30
3.1. Finansal Opsiyonlar	30
3.2. Opsiyon Değerlemede Temel Varsayımlar	32
3.2.1. Arbitraj Fırsatlarının Fiyatlandırması	32
3.2.2. Brownian Hareket ve Wiener Prosesi	35
3.3. Modelleme Yaklaşımları	39
3.3.1. Ağaç Yaklaşımı	39
3.3.2. Kapalı Form Denklemler	40
3.3.3. Stokastik Diferansiyel Denklemler	41
3.3.4. Simülasyon	41
3.4. Opsiyon Değerleme	42
3.4.1. Binom Modeli	43
3.4.2. Black-Scholes Modeli	46
3.4.3. Risk-nötral Değerleme	49
3.4.4. Black-Scholes Modeli ile Binom Modelinin Karşılaştırılması	50

4. REEL OPSİYONLAR	54
4.1. Yönetmel Esneklik ve Dağılımın Çarpıklığı	55
4.2. Opsiyonlar Yaklaşımıyla Yatırım	58
4.2.1. Geri-Döndürülemeyen Yatırımlar	58
4.2.2. Esneklik Yatırımları	58
4.2.3. Sigorta Yatırımları	59
4.2.4. Platform Yatırımları	59
4.2.5. Büyüme Yatırımları	59
4.3. Reel Opsiyon Tipleri	59
4.3.1. Erteleme Opsiyonu	60
4.3.2. Büyüme Opsiyonu	60
4.3.3. Kademeli Yatırım Opsiyonu	60
4.3.4. Mevcut Kapasiteyi Degistirme Opsiyonu	60
4.3.5. Kullanımı Degistirme Opsiyonu	60
4.3.6. Vazgeçme Opsiyonu	61
4.4. Reel Opsiyonlar ve Net Bugünkü Değer Metotlarının Karşılaştırılması	62
4.5. Reel Opsiyonlar ile Finansal Opsiyonların Karşılaştırılması	65
4.5.1. Varlığın Takip Ettiği Stokastik Hareket	66
4.5.2. Varlığın Piyasada İşlem Görmesi	66
4.5.3. Uygun İskonto Oranı, Risk ve Volatilité	69
4.5.4. Kullanım Fiyatı ve Tarihi	72
4.5.5. Dividant Ödemesi	73
4.5.6. Bileşik Opsiyonlar ve Paralel Opsiyonlar	73
4.5.7. Firmaya Özel Opsiyonlar	74
5. REEL OPSİYONLAR METODUYLA e-TİCARET PROJESİ ANALİZİ	77
5.1. Reel Opsiyonlar ile İdeal Yatırım Zamanlamasının Belirlenmesi	78
5.1.1. Reel Opsiyonu Değerleme Unsurları	81
5.1.2. Model Parametreleri	84
5.1.3. Duyarlılık Analizleri	87
5.1.3.1. Opsiyon Ömrünün Etkisi	87
5.1.3.2. Belirsizliğin (Volatilitenin) Etkisi	90
5.1.3.3. Getiri Kitliğinin Etkisi	94
5.1.3.4. Risksiz Getiri Oranının Etkisi	98
5.1.3.5. Yatırım Maliyetinin Etkisi	101
5.1.3.6. Model Parametrelerinin Opsiyon Değeri Üzerindeki Birim Etkileri	102
5.1.4. Değerleme Sonuçları	104

6. SONUÇLAR	105
KAYNAKLAR	110
EK A. ITO SAVI	114
EK B. İKİ DEĞİSKENLİ ANALİZLER	115
EK C. EXCEL EKRANI GÖRÜNTÜLERİ	119
EK D. VBA KODLARI	122
ÖZGEÇMİŞ	127

KISALTMALAR

AOSM	: Ağırlıklandırılmış Ortalama Sermaye Maliyeti
BT	: Bilisim Teknolojileri
IVO	: İç Verim Oranı
IYZ	: İdeal Yatırım Zamanlaması
INA	: İskontolanmış Nakit Akışı
GNBD	: Geliştirilmiş Net Bugünkü Değer
GBH	: Geometrik Brownian Hareket
KA	: Karar Analizi
NBD	: Net Bugünkü Değer
MPT	: Modern Portföy Teorisi
MCS	: Monte Carlo Simülasyonu
VBA	: Visual Basic for Applications

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. NBD metodunun dezavantajları; kabuller ve gerçekler.....	16
Tablo 2.2. Sektörel bazda reel opsiyonlar metodunu kullanan bazı firmalar.....	23
Tablo 3.1. Black-Sholes ve binom modellerinin özellikleri ve kabulleri.....	52
Tablo 4.1. Reel opsiyon tipleri.....	61
Tablo 4.2. Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonların mukayesesi.....	67
Tablo 5.1. Yatırım nakit akış tablosu.....	85
Tablo 5.2. Temel kurguyu oluşturan model parametreleri.....	86
Tablo 5.3. Duyarlılık analizleri yapılacak model parametreleri.....	87
Tablo 5.4. Opsiyon değerinin ve GNBD'in T'ye göre değişimi.....	88
Tablo 5.5. Çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların değeri.....	89
Tablo 5.6. σ 'nin opsiyonun değerine ve GNBD'e olan etkisi.....	90
Tablo 5.7. Temel kurguda σ 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi.	92
Tablo 5.8. δ 'nin opsiyonun değerine ve GNBD'e olan etkisi.....	95
Tablo 5.9. Temel kurguda δ 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi.	96
Tablo 5.10. r_f 'nin opsiyonun değerine ve GNBD'e olan etkisi.....	98
Tablo 5.11. Temel kurguda r_f 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi.	99
Tablo 5.12. Opsiyonun değerinin ve GNBD'in X'e göre değişimi.....	101
Tablo B.1. Opsiyon değerinin σ ve r_f 'e göre değişimi.....	115
Tablo B.2. İdeal yatırım zamanlamasının σ ve r_f 'e göre değişimi.....	116
Tablo B.3. Opsiyon değerinin δ ve r_f 'e göre değişimi.....	117
Tablo B.4. İdeal yatırım zamanlamasının δ ve r_f 'e göre değişimi.....	117
Tablo B.5. Opsiyon değerinin σ ve δ 'ya göre değişimi.....	117
Tablo B.6. İdeal yatırım zamanlamasının σ ve δ 'ya göre değişimi.....	118

SEKIL LISTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Sekil 2.1 : Risk matrisi	11
Sekil 2.2 : Belirsizlikteki çözümlüyle proje degerinin degisimi.....	11
Sekil 2.3 : Belirsizlikteki çözümlüyle projenin gerçek degerinin ortaya çıkması.....	12
Sekil 2.4 : Bir portföy içindeki bir projenin yasam döngüsü.....	14
Sekil 3.1 : Alim opsiyonu getirisi.....	31
Sekil 3.2 : Hisse senedinin fiyat hareketleri.....	33
Sekil 3.3 : Lognormal dagilim.....	38
Sekil 3.4 : Opsiyon degerlemede kullanılan modelleme yaklasimlari.....	39
Sekil 3.5 : Tek basamakli binom modelinde hisse senedi fiyatı ve opsiyon degeri.....	43
Sekil 3.6 : İki basamakli binom ağaç modeli.....	45
Sekil 4.1 : Yönetmel esnekliğin projenin NBD dagilimına olan etkisi.....	57
Sekil 4.2 : Reel opsiyonlar ile klasik NBD'in getirileri arasındaki fark.....	63
Sekil 4.3 : Reel opsiyonlar ve klasik NBD'in birbirlerini tamamlayan yapıları.....	64
Sekil 4.4 : Dinamik izleme.....	70
Sekil 4.5 : Toplam risk ve opsiyon degeri.....	72
Sekil 4.6 : Yatırım planlama matrisi.....	75
Sekil 5.1 : Opsiyon degerinin ve GNBD'in T'ye göre degisimi.....	88
Sekil 5.2 : Çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların degeri.....	89
Sekil 5.3 : σ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi.....	91
Sekil 5.4 : Temel kurguda σ 'nin Avrupa tipi opsiyonların degerine olan etkisi.....	93
Sekil 5.5 : σ 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi.....	94
Sekil 5.6 : δ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi.....	95
Sekil 5.7 : Temel kurguda δ 'nin Avrupa tipi opsiyonların degerine olan etkisi.....	97

Sekil 5.8	: δ 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi.....	97
Sekil 5.9	: r_f 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi.....	99
Sekil 5.10	: Temel kurguda r_f 'nin Avrupa tipi opsiyonların degerine olan etkisi.....	100
Sekil 5.11	: r_f 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi.....	100
Sekil 5.12	: σ 'nin opsiyon degeri üzerinde yarattigi birim etki.....	102
Sekil 5.13	: δ 'nin opsiyon degeri üzerinde yarattigi birim etki.....	103
Sekil 5.14	: r_f 'nin opsiyon degeri üzerinde yarattigi birim etki.....	103
Sekil B.1	: Opsiyon degerinin σ ve r_f 'e göre degisimi.....	115
Sekil B.2	: Opsiyon degerinin δ ve r_f 'e göre degisimi.....	116
Sekil B.3	: Opsiyon degerinin σ ve δ 'ya göre degisimi.....	118
Sekil C.1	: ABC firmasının nakit akislari.....	119
Sekil C.2	: Model parametreleri.....	119
Sekil C.3	: Hesaplanan senaryolar.....	120
Sekil C.4	: Avrupa tipi opsiyonların degeri.....	120
Sekil C.5	: Proje maliyetlerinin periyod bazında degisimi.....	121
Sekil C.6	: t periyod sonrasında kalan INA.....	121

SEMBOL LISTESİ

a, b	: Wiener prosesindeki sabitler
C	: Avrupa tipi alım opsiyonu
C_e	: Avrupa tipi alım opsiyonu değeri
d	: Hisse senedi fiyatının alt değerini elde etmek için kullanılan katsayı
f_d	: Opsiyonun getirisinin aldığı alt değer
f_u	: Opsiyonun getirisinin aldığı üst değer
$N(d)$	: Kümülatif normal dağılım fonksiyonu
OD	: Gelistirilmiş NBD ile Statik NBD arasındaki fark, opsiyon değeri
P	: Avrupa tipi satım opsiyonu
p	: Yukarıya doğru hareketin olasılığı
r_f	: Risksiz getiri oranı
r_i	: Risk uyarlı iskonto oranı
S	: Hisse senedinin fiyatı, varlığın değeri
S_{0d}	: Hisse senedi fiyatının aldığı alt değer
S_{0u}	: Hisse senedi fiyatının aldığı üst değer
T	: Opsiyonun ömrü
t_{ideal}	: Ideal yatırım zamanlaması
T_{max}	: Yatırımı maksimum erteleme süresi
u	: Hisse senedi fiyatının üst değerini elde etmek için kullanılan katsayı
V	: Reel varlığın değeri
V_t	: t anında reel varlığın değeri
X	: Kullanım fiyatı, projenin ya da yatırımın maliyeti,
x_t	: Wiener prosesindeki değişkenin bugünkü değeri
z	: Wiener prosesindeki değişken
e, e_t	: Wiener prosesinde normal dağılımdan elde edilen rassal değişken
μ	: Hisse senedinden beklenen getiri
$?$	: Portföyün değeri
d	: Dividant, getiri kitliği, temettü
s	: Volatilité, belirsizlik

YATIRIM KARARLARININ DEGERLEMESINDE REEL OPSİYONLAR: BİLİSİM TEKNOLOJİLERİ YATIRIM UYGULAMASI

ÖZET

Belirsizliğin kelime anlamı, bir kişi ya da bir şey hakkında yeterince bilgi sahibi olmamaktır. Belirsizliğin değer yaratmasına imkan veren temel nitelik, gelecekte çözüme kavuşma kapasitesidir.

Her şeyin tam anlamıyla kesin ve belirli olduğu bir dünya, planlama için ideal bir ortam oluşturmaz. Eğer atılacak tüm adımların doğuracağı sonuçlar tam anlamıyla biliniyor olsaydı, yöneticiler hangi kararlar doğrultusunda getirilerini en üst seviyeye çekebileceklerinden emin olababilirlerdi. Ancak her şeyin kesin olduğu bir dünya sadece bir idealden ibarettir. Yöneticiler belirsizlik ortamında nasıl hareket etmeleri gerektiğini ve firmanın çıkarları doğrultusunda belirsizliği nasıl en iyi şekilde yönetebileceklerini öğrenmek zorundadırlar.

Genel olarak, birçok projede belirsizliğe karşı ortaya konan tutum hatalıdır. Yatırım kararları, belirsizliğin sadece kötü tarafı dikkate alınarak gerçekleştirilir. Bu durum literatürde “Kötü Haber İlkesi” olarak anılmaktadır ve birçok projenin yanlış gitme korkusu sebebiyle gerçekleştirilmediği ya da oluşabilecek en kötü senaryoya göre planlandığı anlamına gelmektedir.

Belirsizliğin kötü tarafı genellikle risk olarak anılmaktadır. Bu düşünceyi yatırımlarla ilişkilendirdiğimizde, risk, projeye ilintili herhangi bir şeyin yanlış gitmesi durumunda, firmanın daha ilk aşamada yatırım kararını vermesini mantıklı kılan getiri öngörüsünün elde edilememesi olarak düşünülebilir.

Sermaye bütçeleme kararlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan iki metod mevcuttur; Net Bugünkü Değer (NBD) ve Karar Analizi (KA).

NBD metodu, gelecekteki nakit akışlarının bugünkü esdeğerini göstermek için, genelde sermaye maliyeti ya da fonların fırsat maliyeti dikkate alınarak belirlenen bir iskonto oranı kullanır.

NBD metodu yönetsel esnekliği dikkate almadan projenin değerini hesaplamaktadır. Bunun sebebi NBD metodunun projenin nakit akışının daha önceden belirlenen sabit bir senaryo dahilinde gerçekleşeceğini ve karar vericilerin belirlenmiş yönetim stratejisini pasif olarak takip edeceğini varsaymasıdır. NBD metodu yöneticileri, belli bir tarihte, sadece o tarihe ait bilgileri kullanarak, projeyi yapma ya da yapmama kararıyla sınırlamaktadır. NBD sistematik olarak geleceğe ait karar aşamalarını barındıran projelerin değerini olduğundan küçük göstermektedir. Halbuki yöneticilerin gelecekte oluşacak koşullara bağlı olarak takip eden kararları uyarlama ve düzeltme kabiliyeti projenin nakit akışı dağılımında asimetrilere yol açabilmektedir. Yöneticilerin projeleri terk etme, büyütme/küçültme, veya erteleme becerileri, bir esneklik sunmaktadır. Bu sayede belirsizliğin kötü yanlarından korunmak ve iyi yanlarını kullanıp yükselme potansiyelinden istifade etmek mümkün olmaktadır. NBD metodu, sunduğu tek bir nakit akışı senaryosu varsayımı

dogrultusunda, bu degisimlere karsi bir adaptasyonun gerceklesme ihtimalini göz ardi etmekte ve dolayisiyla bu esnekligin yaratacagi degeri hesaba katamamaktadır.

Sonuç olarak NBD metodu, gelecekteki nakit akislarini deterministik bir biçimde ele alarak belirsizligin ortaya koydugu risklerin yaratabilecegi etkileri dikkate almamaktadır. Kullanilacak iskonto oraninin belirlenmesinin kesin bir yolu yoktur; bu hala tartismaya açık bir konudur.

KA, belirsizligi ve yönetsel esnekligi degerleme sürecine katabildigi için, stratejik karar alma süreçlerinde kullanilan oldukça faydali bir araçtır. KA metodunun kullanimi, yöneticilere, karar problemindeki olasi senaryolara (muhtemel olaylar) bagli tüm makul sonuçlari hiyerarsik olarak esleme imkani sunmaktadır.

KA, kararlarini sadece bugünden elde edilebilen bilgiler üzerine temellendirmediginden, projenin gelismiyile birlikte yeni bilgilerin elde edilebilecegini ve hatta bu bilgilerin projenin optimal tercihinin de degistirebilecegini varsaymasindan dolayi NBD`den farklilasmaktadır.

KA, diger klasik yöntemlerde gözlenen bazi sikintilara çözüm getirmesine ragmen, pratikte genis bir uygulama alanı yoktur. Buna sebep, uygun iskonto oraninin ne olacagi hakkında soru isaretleri olmasi ve bütün olasi sonuçlar modele gömüldüğünde modelin analitik olarak çözümünün oldukça zahmetli olmasidir.

Opsiýonlar teorisi, NBD ve KA gibi yöntemlerin belirsizlik altında sermaye bütçeleme kararlarinin degerlemesi esnasindaki yetersizliklerine bir çözüm getirmek üzere gelistirilmistir. Opsiýonlar teorisi literatüre sunulmasinin hemen ardindan finans çevreleri tarafından hizla kabul görmüş ve birçok farklı sermaye yatirimi kararlarinin degerlemesinde kullanilmistir.

Opsiýonlar genelde önceden belirlenmis bir zaman dilimi içerisinde, önceden belirlenmis bir fiyattan, taraflardan birinin finansal bir varligi satin alma ya da satma hakkina sahip oldugu ancak bu kararinda hiçbir yükümlük tasimadigi iki taraflı bir anlasma olarak tanimlanir. Yükümlülük tasimadan bu haklara sahip olmanin finansal bir degeri vardır; dolayisiyla yatirimcilar opsiýonun sundugu haklari satin almak zorundadirlar. Opsiýonlar degerlerini diger varliklar üzerinden kazandiklari için literatürde türev enstrümanlar olarak adlandirilirlar.

Opsiýonun en önemli özelligi sagladigi getirinin asimetrik olmasidir. Opsiýon sahibi belirsizligin olumsuz tarafı olan riski sadece opsiýonun maliyetine katlanarak sinirli bir seviyede tutabilirken; belirsizligin olumlu potansiyelinden faydalanarak teorik olarak kazancini sonsuza çıkartabilir.

Opsiýonlar, islem görebilecekleri zamana göre de siniflandirilabilir. Amerikan tipi opsiýonlar yazildiktan sonra vade tarihi dahil herhangi bir zamanda isleme konulabilir. Avrupa tipi opsiýonlar ise sadece vade tarihinde isleme konulabilmektedir.

Reel opsiýonlari tanimini finansal opsiýonlari tanimiyla karsilastirdigimizda finansal opsiýonlar sadece finansal bir varligi satin almak ya da satmakla sinirli iken; reel opsiýonlar daha genel bir anlamda “birsey yapmak” olarak tanimlanabilir. Diger açılardan finansal ve reel opsiýonlar tamamen benzerlik göstermektedir.

Reel opsiýonlar metodu, analistlere, yönetsel esneklikler ve projenin gelisini sirasinda yapilan stratejik hamleler gibi kolaylıkla niceliklestirilemeyen ögelerin etkilerini yatirimi degerleme sürecine katma imkani sunmaktadır. Bu ögelerin degerleme sürecine katilmasi, projenin yapısına esneklik katar. Bu esneklik herhangi

bir yatırımın ya da projenin dogasını ciddi anlamda degistirebilir. Ayrıca, reel opsiyonlar metodu arbitraj fiyatlama teknikleri kullanarak mevcut esneklikleri daha adil bir şekilde degerlemede ve olusabilecek bazı degerleme hatalarını da düzeltmektedir.

Bununla beraber, reel opsiyonlar metodu, şimdiye kadar var olan tekniklerin tamamıyla yerini alacak bir yatırım degerleme aracı olarak görülmemelidir. NBD metodu ve reel opsiyonlar metodu karar verme asamasında birbirini tamamlayan araçlar olarak düşünölmelidir. Bazı yatırımların degerlemesine klasik NBD teknikleri uygunken, bazıları ise reel opsiyonlar tekniğı ile degerlemeye uygundur. Klasik metotlar ilimli, istikrarlı ve seffaf is yapısına sahip, karmasik olmayan ve güvenilir tahminlerde bulunulmasına imkan tanıyan yatırımların degerlemesinde kullanılmalıdır. Reel opsiyonlar metodu ise, yeni bilgilerin deger katacağı, belirsizlik taşıyan yatırımların karara bağlanmasında kullanılmalıdır.

Dolayısıyla reel varlık yatırımının gerçek degerini belirlemek için klasik NBD metodu kullanılarak hesaplanan beklenen nakit akıslarının pasif (statik) NBD'i ile reel opsiyonlar metodu kullanılarak hesaplanan mevcut esnekliklerin degeri birbirlerine eklenmelidir. Reel varlık yatırımının gerçek degeri Gelistirilmiş (Stratejik) NBD olarak adlandırılır.

Reel opsiyon yaklaşımının uygulama alanları giderek genişlemektedir. İlk ve en bilinen reel opsiyon uygulamaları petrol ve maden gibi dogal kaynaklar üzerinedir. Günümüzde, reel opsiyonlar metodu sadece dogal kaynakların isletilmesine dayalı projelerle sınırlı değildir. Teorik gelişmelerin yanı sıra, reel opsiyonlar metodunun uygulama alanları hızla artmaktadır. Is stratejilerinin ve piyasa degerinin belirlenmesinde, sözleşme degerlemesinde, portföy yönetiminde ve risk yönetiminden, mühendislik tasarımlarının modellenmesine kadar bir çok uygulama alanı mevcuttur. Reel opsiyon metodolojisi, dogal kaynakların isletilmesinden, gayrimenkuller, ARGE, bilisim teknolojileri, eczacılık, imalat, yönetim denetimi ve altyapı çalışmalarına kadar pek çok farklı alanda uygulanmaktadır.

Reel opsiyonları degerlemek için kesikli ve sürekli zaman olmak üzere iki ayrı modelleme yaklaşımı kullanılmaktadır. Çoklu-nominal ağaçlar (multinomial lattices) kesikli zaman yaklaşımını olustururken öte yandan kapalı formda denklemler, stokastik diferansiyel denklemler ve Monte Carlo Simölasyonu teknikleri sürekli zaman yaklaşımlarını olusmaktadır. Bütün bu yaklaşımlar finansal opsiyon degerleme prosedürleri baz alınarak geliştirilmiştir.

En yaygın olarak kullanılan modelleme yaklaşımları Black-Scholes modeli ve binom modelidir. Kapalı form denklemler sınıfına giren Black-Scholes modeli 1973'te temettü ödemesinde bulunmayan Avrupa tipi alim ve satım opsiyonlarını degerlemek için geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan opsiyon fiyatlama tekniklerinin çoğı Black-Scholes yaklaşımının bir altkümesidir. Binom modeli, ağaç yaklaşımları arasında en yaygın olarak kullanılanıdır. Nakit akısına bağlı varlığın davranışını yaklaşık olarak tahmin etmek için binom ağaçlarını kullanan binom modeli 1979'da Cox, Ross ve Rubinstein tarafından geliştirilmiştir. Arastirmalar, Black-Scholes modelinin, binom modelinin özel bir hali olduğunu göstermektedir. Verdikleri sonuçlar da birbirlerine oldukça yakındır.

Bu çalışmada, e-ticaret sektöründeki bir firmanın gündemindeki olası bir bilisim teknolojisi yatırımının optimum zamanlaması opsiyon teorisi yardımıyla analiz edilmiştir. Yatırımı degerlemek için kullanılan matematiksel model, standart Black-Scholes modeli üzerinde bazı düzenlemelere gidilerek, olusturulmuştur.

Ertelenebilme esnekliğini taşıyan bu yatırımın öngörülen zaman aralığı içerisinde herhangi bir anda gerçekleştirilebilecek olmasından ötürü ancak Amerikan tipi opsiyonlarla modellenmeye uygundur. Normalde Avrupa tipi opsiyonları değerlemede kullanılan standart Black-Scholes modelinin, Amerikan tipi opsiyonların değerlendirilmesinde kullanılabilmesi amacıyla, Black yaklaşımı matematiksel modelimize dahil edilmistir. Analiz platformu olarak Microsoft® Excel yazılımı seçilmiştir. Microsoft® Visual Basic for Applications programlama dili kullanılarak bu platform üzerinde bir opsiyon değerlendirme otomasyonu geliştirilmiştir.

Yatırımın bünyesindeki belirsizlik ve esneklik ekonomik değerlendirme sürecine katılarak analiz edilmiş ve bir değer biçilmiştir. Opsiyonun sunduğu bu değer ile klasik NBD metodu kullanılarak elde edilen değer toplanarak yatırımın geliştirilmiş NBD'yi ve ideal yatırım zamanlaması belirlenmiştir. Bu arada opsiyon değerine etki eden parametreler ve birbirleriyle olan etkileşimleri incelenerek, yorumlanmıştır.

Sonuç olarak, önerilen otomasyon, gerek nakit akışlarının gerekse de ana ekonomik faktörleri dikkate alarak, karar vericiye gelecekte olası senaryoları kapsayan etkin ve esnek bir çözüm sunmaktadır. Ortaya konan detaylı yol haritası model parametreleri cinsinden hassasiyet analizi sunarken, sonuçlar bu parametreler arası bağlantıları irdeleyen tablo ve grafiklerle sunulmuş ve negatif NBD'e sahip bir projenin bile barındırdığı stratejik değerler ve oluşabilecek piyasa koşulları neticesinde karlı bir yatırıma dönüşebileceği gösterilmiştir.

VALUATION OF INVESTMENT DECISIONS WITH REAL OPTIONS: INFORMATION TECHNOLOGIES INVESTMENT PRACTICE

SUMMARY

The meaning of uncertainty is lack of sureness about someone or something. The capacity of uncertainty to be resolved in the future is precisely the characteristic that allows it to generate value.

A world of complete and total certainty is always ideal for planning. If all outcomes of every step are completely certain, then management can know for sure which decisions maximize their payoffs. Yet a certain world is only idealistic. Managers must learn how to act under uncertainty and manage it according to the firm's benefit.

In general, the approach towards uncertainty in most projects is mistaken. Investment decisions are based on the bad side of uncertainty; that can be referred to as the "Bad News Principle". Thus many projects are not undertaken due to the fear that they might go wrong, or these kinds of projects are planned for the worst possible scenario.

The bad side of uncertainty is often referred as risk. When relating this idea to investments, risk can be thought as the possibility that states if something goes wrong with the project, the organization may not be able to realize the projected value that justified the project in the first place.

There are two methods widely used for the evaluation of capital budgeting decisions, namely Net Present Value (NPV) and Decision Analysis (DA).

NPV recruits a discount rate, most commonly determined by the cost of capital or the opportunity cost of funds, to represent future cash flows in their present equivalent.

NPV does not take into account managerial flexibility because it makes implicit assumptions concerning an expected scenario of cash flows and presumes decision makers' passive commitment to a certain operating strategy. NPV is constrained to pre-committing today to a go or no-go decision. It uses information only available today. Therefore, NPV systematically understates projects that include future decisions stages. However, management's ability to adapt and revise later decisions introduces asymmetries in the distribution of a project's cash flows. The ability of management to abandon, grow, defer and/or scale up or down a project, introduces an element of flexibility in the system that may act as protection on the downside of uncertainty, while exploiting the benefits from the upside potential. By assuming one cash flow scenario from the beginning, NPV rules out the possibility of these adaptations and therefore, does not take into account the value creation of flexibility.

To sum it up, NPV method does not incorporate the risk of uncertainty by treating future cash flows in a deterministic manner. There is no definitive way to decide the discount rate to be used, so it is still subject to question.

DA is a useful tool for strategic decision-making because it accounts for uncertainty and managerial flexibility. DA allows management to structure the decision problem by mapping hierarchically all the feasible consequences contingent on possible scenario.

DA differs from NPV in that it does not only base its decisions on information available today, but assumes that new information will be acquired as the project evolves and this information may even change the optimal choice for the project.

Though DA addresses some of the flaws observed in other traditional valuation methods, its widespread application in practice is limited because determining the appropriate discount rate is subject to question and solving the model is analytically cumbersome if all the possible outcomes are embedded inside the model.

Options theory was developed, as a response to the inadequacy of valuation methods for the evaluation of capital budgeting decisions under uncertainty, namely NPV and DA. Since its inception, options theory has gained rapid acceptance among the finance community, and has been applied to a variety of capital investment decisions.

Options are generally defined as a contract between two parties in which one party has the right but not the obligation to do something, usually to buy or sell some underlying asset for a specified exercise price within or at a specified time. Having rights without obligations has financial value, so option holders must purchase these rights, making them assets. This asset derives their value from some other asset, so they are literally called derivative assets.

The key property of an option is the asymmetry of the payoff, an option holder can avoid unfavorable side of uncertainty, namely risks and limit the loss to the price of getting the option, while he can take full advantage of the upside potential of uncertainty; thus theoretically the possible gain is unlimited.

Options are also categorized by the time when they can be exercised. American options can be exercised at any time up to the expiration date. European options can be exercised only on the expiration date.

When we compare the definition of real options with financial options; a financial option is restricted to buying or selling a financial asset, and a real option refers more broadly to “do something”, while the other aspects of financial and real options are similar.

Real options method overcomes NPV disadvantages by allowing analysts to account for non-easily quantifiable elements such as managerial flexibility and strategic interventions during the development of a project. Accounting for these elements radically changes the nature of any investment or project, by incorporating flexibility into the structure of the project itself. In addition, real options also correct the expected pricing inaccuracies, by determining a fairer value of flexibility through the use of arbitrage pricing techniques.

However, real options method should not be viewed as a decision framework that will supplant all existing techniques. Traditional NPV and real options should be viewed as complementary decision-making tools. Traditional NPV techniques should be used for certain decision environments, whereas, real options techniques should be utilized for others. Traditional methods should be used for decisions involving a moderately straightforward business structure, unsophisticated projects, and a steady environment that allows for dependable forecasts. Whereas, real options

methodology should be hired for uncertain business decisions that rely on the value of additional information. Therefore, real options may be more useful for actively managing existing projects by delaying further investment and expanding or abandoning commitments.

Therefore, for determining the true value of the real asset investment; passive (static) NPV of the expected cash flows calculated through the traditional NPV method and the value of the flexibility calculated through real options method should be added together. The true value of the real asset investment is called Expanded (Strategic) NPV.

The field of applications for the real options approach has been continuously expanded in the last years. Earliest and most popular examples were about natural resources like oil and mines. Nowadays the real options approach is not limited anymore on projects based on natural resources. Besides theoretical developments, applications of real options are growing fast in business strategy, corporate finance, market valuation, contract valuation, portfolio management, risk management, to engineering design. Real options methodology is applied in industries from natural resources development, real estate, R&D, information technologies, pharmaceutical, manufacturing, venture capital, government regulation, and global warming, to infrastructure.

Two different modeling approaches are utilized to value real options: discrete time and continuous time. Multi-nominal generalized lattices and trees methods constitute the discrete time approach and closed form equations, stochastic differential equations and Monte Carlo Simulation techniques comprise the continuous time approaches. All of these approaches benchmark off of financial option valuation procedures.

Most commonly used modeling approaches are Black-Scholes model and binomial model. Black-Scholes model is a closed form equation developed in 1973, used to price European call and put options on a non-dividend-paying stock. The majority of options pricing techniques used today are subsets of the Black-Scholes equation approach. The most commonly used lattice approach is binomial method which was developed by Cox, Ross and Rubinstein in 1979 and uses binomial trees to approximate the behavior of the underlying asset. Researches shows that Black-Scholes model is a specific form of binomial model and their results are very similar.

In this thesis, options theory is used to evaluate the optimal timing of a possible information technology investment for an e-commerce company. The mathematical model used to value the investment is a modified version of standard Black-Scholes model. Due to the fact that the investment has the deferral flexibility; it can be exercised any time within the predefined time interval so it is appropriate to cope with American type options. Our model is based on Black approximation in order to evaluate American type options with standard Black-Scholes model which could be normally used only for European type options. Microsoft® Excel software is selected as an analysis platform. On the selected platform, Microsoft® Visual Basic for Applications programming language is used to develop an option valuation automation.

The uncertainty and flexibility within the investment are valued through using real options method. The value obtained from traditional NPV method and the real options method added together to determine the expanded NPV and optimal

investment timing. Also the parameters that effect the option value and their interactions with each other are thoroughly studied and explained.

As a result, suggested automation framework provides to the decision maker an efficient and flexible solution, while taking into account all possible cash flows and also major economical factors, to deal with possible different future market scenario. This illustrative road map also gives a comprehensive sensitivity analysis in terms of model parameters and visualize them in both tabular and graphical format to underline their unique interactions and shows that even a project with negative NPV, when taking into account strategical formations of market conditions, can turn to a profitable occasion.

1. GIRIS

Küresellesen ve oldukça aktif dinamiklere sahip olan günümüz piyasalarında mevcut uluslararası rekabet ortamı ve kısıtlı kaynaklar; firmaları sahip oldukları yatırım fırsatlarını değerlendirilmede birbirleriyle yarışa zorlamaktadır. Yöneticiler, yeni yatırım olanaklarını etkin bir şekilde değerlendirilerek hızla karara bağlamalıdır. Bu kararları alırken yöneticiler yatırımların gerçekleştirilebilirliklerini, faydalı ömürlerini (ürünün ya da hizmetin yaşam döngüsünü), ölçek ekonomisini, teknolojik ve ekonomik kısıtları, demografik faktörleri de dikkate almak durumundadırlar. Dolayısıyla sürekli olarak bir seçim yapma arifesinde olan yöneticilerin hızlı ve doğru karar verme becerileri her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışan gerek akademisyenler gerekse de yöneticiler piyasadaki beklenmedik gelişmelere ayak uydurabilecek şekilde firmalara esneklik sağlayacak yeni yaklaşımların arayışı içindedirler. Günümüzde yatırımları değerlemede yaygın olarak kullanılan iskontolanmış nakit akışlarını temel alan klasik yöntemler artık yetersiz kalmaktadırlar. Öngörülen bir senaryoya sadık kalınarak oluşturulan nakit akışlarına ve iskonto oranlarına bağlı bu yöntemler, yatırımları bu statik kurguya bağlı olarak ya hemen uygulanması ya da hiçbir zaman uygulanmaması şeklinde karara bağlamaktadır. Bu yöntemler kullanılarak değerlemenin yapılması bazı yatırımlar için doğru kabul edilebilir olsa da birçok yatırım için yeterli değildir. Piyasalar karakteristikleri gereği oldukça değişken, belirsiz ve rekabetçidir. Diğer bir deyişle piyasada gerçekleşen hareketler genelde statik bir senaryonun öngörüsünün oldukça dışına çıkmaktadır ve yöneticilerin bu belirsizlikleri kendi lehlerine çevirebilecek şekilde stratejilerini oluşturmaları gerekmektedir. Bu da firmaların yatırım kararları üzerinde sahip olduğu esneklik ile ölçülenebilir.

Değişken piyasa koşullarında esneklik ancak yöneticinin etkin olarak yeni bilgilerle donatılmasıyla sağlanabilir. Bekle ve gör yaklaşımla yeni bilgilerin elde edilmesi, yatırımların değerlendirilmesi esnasında karşılaşılan belirsizlikleri kısmen de olsa

açıklığa kavuşturacaktır. Yöneticiler çoğunlukla bu erteleme sürecini sezgilerine ve tecrübelerine dayanarak yönetmektedir.

Bu noktada opsiyonlar teorisinin yatırımları değerlemede kullanılması yöneticilere aradıkları esnekliği sağlamaktadır. Bu sayede klasik yatırım değerlendirme yöntemlerinin yetersizlikleri ortadan kaldırılmıştır. Opsiyon teorisi, yöneticilere yatırımların değerlendirilmesi esnasında karşılaşılan belirsizliklere proaktif olarak karşılık vererek, karar verme süreçlerinde yardımcı olmaktadır. Gerçek hayatta karşılaşılan bu zorlukları ortadan kaldırmanın yanı sıra opsiyonlar teorisi, yatırımlardaki geri dönüşmezliği, belirsizliği ve gelecekte olacak bir olayın parasal boyutunu karar verme sürecine katma imkanı sunmaktadır.

Opsiyon, bir firmaya herhangi bir yükümlülüğe girmeden bir varlığı bugünden belirlenmiş bir fiyattan gelecekte alım (call option) ya da satım (put option) hakkını verir. Bu hak bir yükümlülüğe yol açmaz. Alıcının göze aldığı maksimum zarar ise opsiyonun maliyeti ile sınırlıdır. Alıcının bu duruma karşın, opsiyonu satanın potansiyel zararı sınırsızdır. Zira opsiyon satıcısı (opsiyonu yazan), alıcı işleme koyduğunda söz konusu değeri teslim almak ya da teslim etmekle mükelleftir. Yukarıda bahsedilen varlık, altın, bakır veya petrol gibi bir doğal kaynak olabileceği gibi faiz oranı, tahvil veya herhangi bir finansal araç da olabilir.

Opsiyonlar teorisinin gerçek hayattaki reel varlık yatırımlarının da değerlendirilmesinde kullanımı reel opsiyonlar teorisini ortaya çıkarmıştır. Reel opsiyonlar temel olarak finansal opsiyonlarla tamamen benzer özelliklere sahiptir. Aralarındaki en büyük fark finansal opsiyonların mali piyasalarda işlem (traded) görmesi yani alınıp satılmasıdır. Reel varlık yatırımları ise doğaları gereği firmalara özel olduklarından sahip oldukları reel opsiyonlar genellikle mali piyasalarda işlem görmemektedir.

Reel opsiyonlara örnek olarak bünyelerinde barındırdığı belirsizlikler sebebiyle, araştırma ve geliştirme projeleri ve doğal kaynakların araştırılması ve çıkarılması projeleri gösterilebilir. Bunlara ek olarak yüksek teknoloji ürünlerinin geliştirilmesi, bilgisayar sektöründe yazılım ve donanımın iyileştirilmesi konularını da bünyesinde barındıran yatırımların değerlendirilmesinde de reel opsiyonlar kullanılabilir.

Reel opsiyonlar ilk olarak doğal kaynakların çıkarılması ve işletilmesi amacıyla yapılan yatırımların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bunun temel sebebi, petrol, bakır,

altın, vb. degerli madenlerin çıkarılması türündeki projelerin yapısındaki belirsizlikleri modellemenin zorluğu ve karmaşıklığıdır.

Firmaların reel varlık yatırımlarına yönelmesi durumunda uygulanan klasik yatırım degerleme yöntemleri yatırımların opsiyon yaratma degerlerini yok saymaktadır. Oysa klasik yöntemlerle bugün için ekonomik gözükmeyen bir reel varlık yatırımı, gelecekte uygun sartların oluşmasıyla karlı bir yatırım haline dnsebilir. Dolayısıyla firmaların bugün için ekonomik olmayan yatırım fırsatlarını bile sırf içerdikleri stratejik degerlerden dolayı degerlendirmesi beklenebilir. Bu tamamen yöneticilerin yatırım üzerindeki karar verme esnekliklerine bağıdır. Reel opsiyon yaklasımı karar vericiye sahip oldukları esnekliğe ve piyasadaki belirsizliklere bağı olarak herhangi bir yatırımı, yatırımın faydalı ömrü süresince, erteleme, genişletme, kullanım alanını değırtme ya da yatırımdan tamamen vazgeçme vb. olası senaryoları degerleme imkanı sunmaktadır. Örneğın yöneticiler yatırıma baslama kararını geciktirerek gelecekte oluşabilecek olumlu kosullardan faydalanabilirler. Bununla beraber, oluşan piyasa şartları kötüye doğıu giderse, reel yatırımı hızlandırıp daha erken bitirmeye çalışabilir ya da yatırımdan tamamen vazgeçebilirler. Klasik yöntemler bu esneklikleri dikkate almamaktadır.

Yukarıda belirtildiğı üzere klasik yatırım degerleme yöntemleri, önceden belirlenen statik bir senaryoya bağı kalarak, yatırımın degerine etki edebilecek belirsizlikleri ve gerek parasal gerekse de parasal boyutu olmayan diğeri stratejik unsurları hesaba katmadan yatırımları degerlemektedir. Bu yöntemler günümüz piyasa kosullarında sınırlı kullanım alanına sahiptir. Karar vericiye yetersiz derinlikte, yalın analizler sunmakta, kapsamlı bir yol haritası çizmekten uzak kalmaktadır.

Bilisim teknolojileri projeleri, doğaları gereğı birçok dinamiki ve belirsizliği içlerinde barındırmaktadırlar. Bu tür yatırımlarda ideal zamanlama kritik bir önem tasıamaktadır. Bu anlamda teknoloji ve teknolojinin getirdiğı yeniliklerin piyasaya yansımasıındaki çabukluk ve belirsizlik reel opsiyonlar metodu ile modellenmeye uygundur. Dolayısıyla bu karakteristiğe sahip projelerin zamanlamalarını konu alan çalışmalar ekstra bir önem arz etmektedir.

Bu tezde reel opsiyonlar metodu kullanılarak firmaların bilisim teknolojileri yatırımlarının degerlemesi üzerinde çalışılmıştır. Yapılan vaka incelemeğinde, e-

ticaret sektöründe hizmet veren gerçek bir firmanın gündeminde olan bir teknolojik alt yapı projesinin ideal zamanlaması islenmiştir.

Türkiye merkezli ABC firmasının mevcut e-ticaret portal yazılımını yenilemesi ya da eskisiyle devam etmesi söz konusudur. Firma için bu yatırımın yapılması zorunlu olmamakla beraber yapılmaması durumunda pazar ve prestij kaybına sebep olacaktır. Ayrıca projenin başlangıç tarihi ertelendikçe diğer bir deyişle yatırım geciktirildikçe beraberinde farklı pazar şartları ve mali portreler de firmayı beklemektedir. Bu durum ABC firması için ideal yatırım zamanlamasını daha da önemli kılmaktadır.

Tez aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

Giriş bölümünde reel opsiyon konsepti irdelenmiş, sunulan vaka çalışmasının amaç ve önemi anlatılmıştır. İkinci bölümde yatırım projelerini değerlendirme amacıyla kullanılan sermaye bütçeleme yaklaşımının tanımı verilmiştir. Bu anlamda kullanılan klasik yatırım projelerini değerlendirme yöntemlerinden paranın zaman değerini dikkate alan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Verim Oranı (IVO) hakkında bilgiler verilmiş, artı ve eksi yönleri irdelenmiştir. Yine alternatif yaklaşımlardan biri olan Karar Analizi (KA) metodu hakkında bilgiler verilmiştir. Bölümün girişinde belirsizlik ve risk kavramlarının tanımları verilerek yatırım projelerinin değerleri üzerindeki etkileri belirtilmiş ve bir firmanın sahip olduğu yatırım projeleri portföyünün yönetilebilmesi için bir model tavsiye edilmiştir. Reel opsiyonlar yaklaşımına bir giriş yapılarak konuyla ilgili yapılan literatürdeki çalışmalar özetlenmiştir. Uygulama alanları örneklenilmiş ve günümüzde bu analiz tekniğini kullanan uluslararası firmalara değinilmiştir. Son olarak reel opsiyonlar ve bilgisayar teknolojileri yatırımları üzerine yazılmış güncel çalışmalar irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde opsiyonlar teorisinin tarihçesi, arkasındaki matematiksel yaklaşımlarla birlikte temel varsayımları konu edilmiştir. Finansal opsiyonlar ve opsiyon değerine etki eden parametreler açıklanmıştır. Ayrıca değerlemede kullanılan yaklaşımlar hakkında detayli bilgi verilmiştir. Reel varlık yatırımlarının değerlemesinde yaygın olarak kullanılan Black-Scholes modeli ve binom modeli birbirleriyle derinlemesine bir şekilde mukayese edilmiştir.

Dördüncü bölümde reel opsiyonlar hakkında detayli bilgiler sunulmuştur. Yatırımlar genel olarak sınıflandırılarak, reel opsiyonların hangi farklı alanlarda ne şekilde

kullanilabilecegi anlatilmistir. Bu baglamda, reel opsiyonlarin tipleri ve uygulama alanlari tanimlanmistir. Son olarak reel opsiyonlar sirasiyla klasik NBD yontemi ve finansal opsiyonlar ile mukayese edilmistir.

Besinci bölümde önünde bir bilisim yatirimlari projesi firsati bulunan ABC firmasinin durumu hem klasik NBD metodu hem de reel opsiyonlar metodu kullanilarak analiz edilmistir. Bu amaçla reel opsiyonlar yaklasimini temel alan Excel tabanli bir otomasyon gelistirilmistir. Bu otomasyon yardimiyla nakit akislarini ve opsiyon degerini etkileyen model parametreleri cinsinden duyarlilik analizleri yapilmistir. Bu analizler cesitli tablo ve grafiklerle görsellestirilmis ve böylece gerek yatinimin ideal zamanlamasi gerekse de temel ekonomik parametreler cinsinden esik ve kirlma noktaları irdelenmistir.

2. YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLEMESİ

Finans literatüründe yatırım gelecekte kazanç sağlamak amacıyla simdiden masrafa girmek ya da bir maliyete katlanmak olarak tanımlanmıştır. Bu harcamalar ister finansal varlıklara isterse reel varlıklara yapılmış olsun işletme açısından yatırım sayılır. Buna örnek olarak tesislerin inşa edilmesi, hisse senetlerinin alınıp satılması, ya da mesleki eğitim üzerine zaman sarf edilmesi verilebilir. Bunlara ek olarak zarar eden bir tesisin kapatılması da bir tür yatırım sayılabilir. Firmanın diğer firmalarla ya da çalışanlarıyla yapmış olduğu yasal sözleşmelerin feshedilmesi yukarıda bahsettiğimiz maliyetler olarak düşünülebilir. Elde edilecek kazanç ise ileride oluşacak olan ve zarara uğramamıza neden olacak kayıpların önüne geçilmesidir (Buckley, 1998).

Çoğu yatırım kararının değişen derecelere sahip üç temel karakteristiği vardır. Bunlardan birincisi bir yatırımın tamamıyla ya da kısmen tasidığı geri dönülmezliktir. Bir başka deyişle ilk etapta yatırımı gerçekleştirmek için verilen bedelin en azından bir bölümü batık maliyettir ve yatırım kararından vazgeçildiği zaman yapılan harcamaların tamamen geri kazanılması mümkün değildir. İkinci temel karakteristik yatırımın gelecekte sağlayacağı kazançlar üzerindeki belirsizliktir. İleriki dönemde oluşacak koşulların yatırımı ne şekilde etkileyeceğinin karar vericilerin öngörülleri dışında olması kuvvetli bir olasılıktır. Üçüncü temel karakteristik doğru zamanlamanın önemidir. Karar vericiler pazarın geleceği hakkında daha geniş ya da faydalı bilgiler edininceye kadar yatırım kararlarını erteleyebilirler. Doğal olarak bu bilgiler asla tam bir kesinlik tasimayacaktır. Yatırımın doğasına ve tipine bağlı olarak değişkenlik gösteren bu üç temel karakteristiğin birbiriyle olan etkileşimlerinin doğru analiz edilmesi bir firma için optimal yatırım kararının belirlenmesine imkan tanıyacaktır (Dixit ve Pindyck, 1994).

Firmaların reel varlıklara yaptıkları yatırımlar genel olarak yatırım projeleri olarak adlandırılır. Yatırım projeleri genellikle yeni bir makina ya da bir tesis gibi fiziksel bir varlığın diğer bir deyişle reel bir varlığın satın alınmasıyla ilgili yatırım tipine

verilen isimdir. Yatırım projeleri, bununla beraber, daha soyut varlıklara yapılan yatırımları da kapsayabilir. Bunlara örnek olarak yeni bir ürün veya hizmet yaklaşımı ya da yapılan pazarlama kampanyaları verilebilir. Bütün bu tip yatırımlar dolaylı yollardan da olsa firmanın bütününe sağladığı faydalar dolayısıyla önemlidir. Örneğin başarılı bir pazarlama kampanyası ürüne ya da markaya olacak talebi arttırabilir. Bu anlamda bu tip yatırım projeleri de firmanın genel performansını daha yukarı bir seviyeye çekerek hissedarları memnun edecek stratejik yatırım projeleri olarak değerlendirilmelidir (Amram ve Kulatilaka, 1999).

Yatırım projelerini temel olarak dört ana grupta inceleyebiliriz;

1. Yenileme Yatırımları: Mal ve hizmet üretiminin sürekliliği amacı ile sermaye tahsisini içerir. Bir başka ifade ile bu tür yatırımlar işletmenin üretimine devam edebilmesi için, asınmış, yıpranmış, teknolojik gelişmeler sonucu eskimis duran varlıkların yenilenmesini kapsar.
2. Genişleme Yatırımları: Yeni pazarların ele geçirilmesi durumunda satışların artma ihtimaline karşın tesislerin genişletilmesi için yapılan yatırımlardır. Genellikle kapasitenin arttırılması, gelişmiş teknolojilerin kullanılması ile maliyetlerin düşürülmesi ve mamulün geliştirilmesini mümkün kılar. Dolayısıyla işletmelerin büyümelerine imkan verecek niteliktedir.
3. Stratejik Yatırımlar: Bu tip yatırımların sağlayacağı faydalar uzun sürede elde edilebileceği gibi bazı hallerde bu yararları parasal olarak ölçmek de oldukça güçtür; hatta çoğu kez imkansızdır. İşletmeye dolaylı yararları olan ve genel olarak verimliliği arttırmaya yönelik yatırımlardır.
4. Modernizasyon Yatırımları: Firmaların daha çok maliyet tasarrufu sağlamak, üretim kapasitesini yükseltmek amacıyla yaptıkları yatırımlardır. Rasyonelleştirme yatırımı olarak da isimlendirilen bu tür yatırımlar, daha yararlı mal ve hizmet üretimi amacı ile sermaye tahsisini içerir.

Yatırım projelerinin değerlendirilebilmesi ve birbirleriyle mukayese edilebilmeleri için en temel anlamda aşağıdaki beş unsurun bilinmesi gerekmektedir.

1. Yatırım harcamalarının tutarı,
2. Yatırımın işletmeye sağlayacağı faydalar ve bunların zaman içinde dağılımı,
3. Yatırımın ekonomik ömrü,

4. Yatırımın ekonomik ömrü sonundaki hurda değeri,
5. Yatırımdan beklenen verim oranı.

Firmalar ne kadar güçlü, ne kadar geniş mali kaynaklara sahip olurlarsa olsunlar, mümkün olan bütün yatırım projelerini aynı anda finanse etmek imkanına sahip değildirler. Bu nedenle yatırım teklifleri arasında bir seçim yapmak, bunları önem derecesine göre sıralamak ve bazı yatırımlardan vazgeçmek zorundadırlar. Dolayısıyla sınırlı kaynaklarının amaca uygun en iyi sonuçları verebilecek yatırımlara tahsis edilebilmesi için yatırım projelerinin değerlendirilip bir karara varılması gerekecektir.

Sermaye bütçeleme uzun vadede yatırım projelerine kısıtlı firma kaynaklarının tahsis edilmesi ile ilgilidir. Belirli bir yatırım projesinin yatırımcıların beklentilerini karşılayıp karşılamayacağı, bu yatırım projesinin yaratacağı nakit giriş ve çıkış hareketlerinin firmanın yatırım kriterleriyle uyumlu olup olmayacağını, bu sözü geçen kriterlerin neler olması gerektiği ve yatırım projesinin sonuçta firmanın genel değerini artırıp artırmayacağını karara bağlamak için kullanılan bir süreçtir. Harold ve Seymour (1975), sermaye bütçelemesini, yeni, karlı, verimli yatırım projelerinin araştırılmasını, bir yatırım önerisinin kabul edilmesinin etkilerini tahmin edebilmek için teknik ve pazarlamaya hatta yönetime ilişkin tüm etmenlerin incelenmesini; her yatırım önerisinin kar sağlama potansiyelini belirlemek için ekonomik analiz yapılmasını içeren çok yönlü bir faaliyet olarak tanımlamıştır.

Sermaye bütçelemesi;

1. Yatırım harcamaları için önerileri,
2. Her önerinin maliyetini ve karşılığında sağlanacak yararları
3. Her önerinin riskini
4. Bu önerilerden seçilecek ve reddedilecek olanları,
5. Uygulamadan elde edilecek sonuçlara göre bütün prosedürün yeniden değerlendirilmesini kapsar.

Geçtiğimiz son 40 yıllık zaman dilimini kapsayan finansal araştırmalara baktığımızda, firmaların sermaye bütçeleme kararlarında kullanılan sermayenin maliyetini farklı yöntemlerle belirledikleri görülmektedir. Halen akademisyenlerin ve yöneticilerin hemfikir olup en rasyonel yöntem olarak niteledikleri bir metod mevcut

degildir. Patricia (2002) alışmasında Fortune 1000 üyesi firmalara gönderdiği anketle beraber bu konuyla ilgili farklı araştırmacıların önceki tarihlerde yaptıkları araştırma sonuçlarını özetlemiştir. Çalışmada, 1990’lı yıllara kadar geri ödeme süresi ve sermayenin ortalama karlılığı gibi paranın zaman değerini dikkate almayan yöntemlerin firmalar tarafından tercih edildiğini, 1990’lı yıllardan itibaren ise firmaların giderek artan bir oranda paranın zaman değerini dikkate alan Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Verim Oranı’na (IVO) doğru kaydıklarını belirtilmiştir. Günümüzde NBD metodu en yaygın olarak kullanılan sermaye bütçeleme tekniğidir. İkinci sırada ise IVO metodu vardır. Uygun iskonto oranının belirlenmesi amacıyla Ağırlıklandırılmış Ortalama Sermaye Maliyeti’nin (AOSM) doğru bir başlangıç noktası olduğu ve popüler yardımcı metotlar olarak duyarlılık analizleri, senaryo analizleri, ekonomik katma değer ve enflasyon uyarlı nakit akışları metotlarının kullanıldığı belirtilmiştir (Patricia, 2002).

Bölümün devamında günümüzde yaygın olarak kullanılan sermaye bütçeleme teknikleri, içinde bulunduğumuz ekonomik koşullar altında optimal sonuçların elde edilmesini güvence altına alan ve firmaların efektif olarak riskten korunmasını sağlayan yatırım stratejilerinin sahip olduğu esneklik ve belirsizlik unsurlarına değer biçmedeki yeterliliklerini açıklığa kavuşturmak amacıyla, analiz edilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak belirsizlik ve risk kavramlarının doğru bir şekilde oturtulabilmesi için tanımları verilmiş ve ardından İskontolanmış Nakit Akışı (INA) yöntemlerinin yatırımların bünyelerinde barındırdığı belirsizlik ve esneklik unsurlarını değerlemedeki yetersizlikler ortaya konulmuştur. Bu anlamda alternatif yaklaşımlar olan Karar Analizi (KA) ve Reel Opsiyonlar metodu hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1 Belirsizlik ve Risk

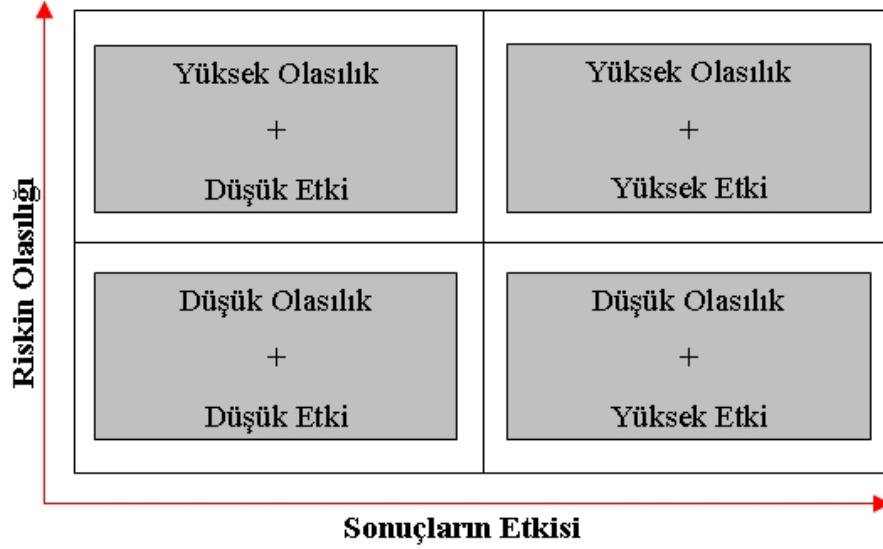
Oxford İngilizce Sözlüğü belirsizliği “bir kişi ya da bir şey hakkında yeterince emin olmama durumu” olarak tanımlamaktadır. Belirsizlik, bir şeyin neticesinden tam manasiyle emin olamamaktan, hiçbir fikir ya da kanaate varamamaya kadar değişkenlik gösterebilir. Dowlatadabi ve Toman’a (1990) göre belirsizlik planlamanın zor olmasının ve sabit planların optimal olmamasının nedenidir. Genel olarak “belirsizlik” bilinmeyi tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir; ancak Ku’nun (1995) belirttiği gibi belirsizlik, kesinlikle bilinemez olmamasına rağmen,

belli bir zaman dilimi için bilinmeyenle ilişkili bir durumdur. Belirsizliğin gelecekte çözümlenme kapasitesi, belirsizliğin değer yaratmasına imkân veren temel niteliklerdir.

Doğal olarak, tam anlamıyla her şeyin kesin olduğu bir dünya, planlama için ideal olanıdır. Eğer yapılan atılımların ne şekilde sonuçlanacağı kesin olarak hesaplanabilseydi, yöneticiler hangi kararlarla bu atılımlardan en üst seviyede getiri sağlayabileceklerini önceden bilebilirlerdi. Ancak her şeyin kesin olduğu bir dünya sadece bir idealden ibarettir. Yöneticiler belirsizlik altında nasıl hareket etmeleri gerektiğini ve firmanın menfaatleri doğrultusunda belirsizliği en iyi şekilde nasıl yöneteceklerini öğrenmek zorundadırlar.

Belirsizliğin, getirilerin beklenenden “yukarıda” ve “aşağıda” olma ihtimaline bağlı olarak, bir iyi bir de kötü bir tarafı vardır (Bernake, 1983). Birçok projede belirsizliğe karşı olan tutum hatalıdır. Yatırım projeleri genelde literatürde “Kötü Haber İlkesi” olarak adlandırılan belirsizliğin kötü tarafı dikkate alınarak gerçekleştirilir. Bu da birçok projenin yanlış gitme korkusu sebebiyle gerçekleştirilmediği ya da en kötü senaryo dikkate alınarak planlandığı anlamına gelmektedir. Öte yandan, umut ya da “İyi Haber İlkesi” genelde kötü projelerden vazgeçilmesi kararını etkilemektedir. Birçok proje genelde belirsizliğin olumlu tarafının yaratacağı potansiyel faydalar göz ardı edilerek kötü tarafının bütün sıkıntı ve bedellerine katlanılarak değerlendirilmektedir.

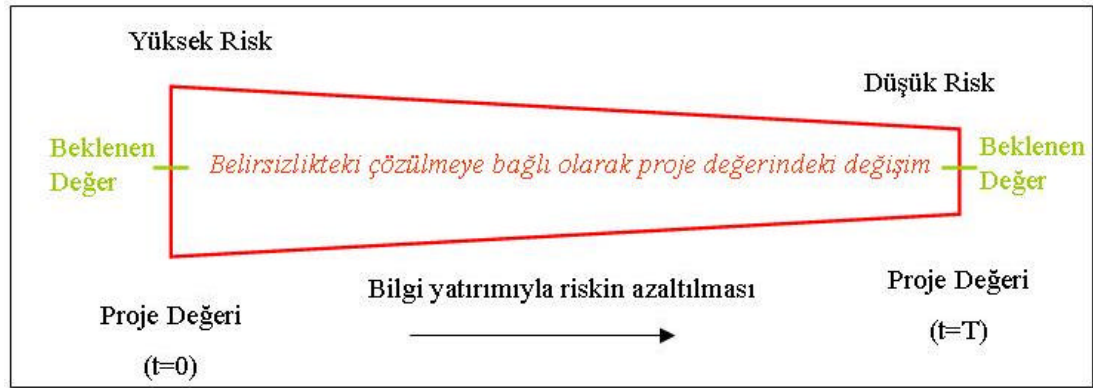
Belirsizliğin kötü tarafı genelde risk olarak kabul edilir. Tipik bir sözlük, riski, zarar ya da kayıptan duyulan sıkıntı ihtimali olarak tanımlar. Merrill ve Wood (1991) belirsizliği, yönetimin kontrolü altında olmayan ve kesin bir şekilde bilinmeyen faktörler olarak; riski de belirsizlik nedeniyle ortaya çıkan bir tehlike olarak tanımlamaktadır. Ku (1995) riski, var olan bir belirsizlik durumunda eyleme geçmenin kötü sonucu olarak tanımlamaktadır. Amram ve Kulatilaka (1999) riski, bir firmanın belirsizliğe maruz kalmasının kötü sonucu olarak tanımlamaktadır. Son olarak, Liao (2002) riski, meydana gelen bir olayın olasılığının ve bu olayın zararının büyüklüğü ve öneminin bir kombinasyonu olarak tanımlamaktadır. Sekil 2.1’de, (Jeffery, 2003) yatırım riskleriyle ilişkili olarak bu olasılık ve önem dengesi gösterilmektedir.



Sekil 2.1: Risk matrisi

Bu fikri yatırım projeleriyle ilişkilendirdiğimizde, risk, projeye ilgili bir şeyin yanlış gitmesi durumunda, firmanın ilk etapta projenin yapılması kararını haklı kılan beklenen getirinin elde edilememesi ihtimali olarak düşünülebilir.

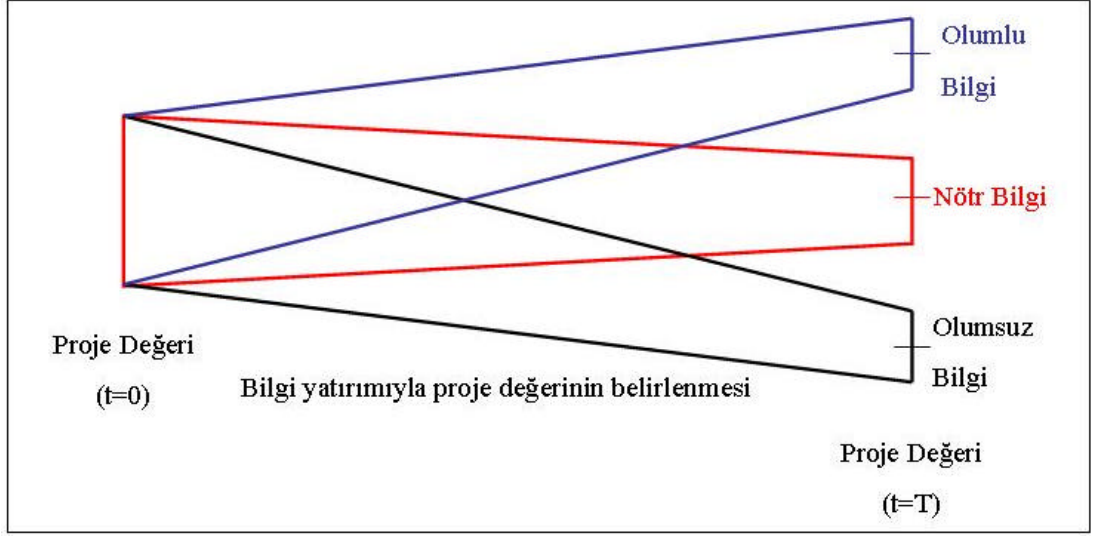
Risk ve belirsizlik arasındaki temel farklılık, ölçülme yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Belirsizliği ölçmenin bir yolu projenin nakit akışlarının veya varlıkların değerinin standart sapmasının ölçülmesidir. Risk daha çok ekonomik terimlerle ölçülmektedir.



Sekil 2.2: Belirsizlikteki çözülmeye proje değerinin değişimi

Belirsizlik zamanın akisiyle birlikte açıklığa kavuşabilir, ayrıca bilgiye yatırım yapılması da çözüm sağlayabilir. Sekil 2.2’de bilginin, zamana bağlı olarak projenin ya da varlığın beklenen değerindeki volatilitiyi efektif bir şekilde azaltarak; nihai değerini nasıl indirdiği gösterilmektedir. Ama daha da önemli olan Sekil 2.3’de de

gösterildiği gibi belirsizliğin çözülmesi, projenin gerçek değerini de ortaya çıkarmaktadır.



Sekil 2.3: Belirsizlikteki çözümlüyle projenin gerçek değerinin ortaya çıkması

Günümüzde finansal piyasalar ve mal piyasaları, forward, takas, vadeli işlemler ve opsiyonlar (alim ve satımlar) gibi bazı finansal enstrümanlarla, belirsizliğin iyi ve kötü yanlarının üstesinden gelmeyi öğrenmiş durumdadırlar. Reel yatırımlarda, belirsizliğin yönetilmesi, yönetsel esnekliğe dayanmaktadır.

2.2 Yatırım Projeleri Portföy Yönetimi

Harry Markowitz, finansal yatırımların getirileri ve risklerinin yönetilmesi anlamında Modern Portföy Teorisi'ni (MPT) 1950'de geliştirmiştir. Grinblatt ve Titman'ın (2001) da tanımladığı gibi bir portföy, belirli bir risk seviyesi için en yüksek beklenen getiriyi sağlayan bir yatırımlar kombinasyonudur. Markowitz tarafından önerilen portföy yönetim teorisi yatırımcıların ortalama-varyans optimizasyoncuları (en-iyicileri) olduğunu varsaymaktadır, başka bir ifade ile, yatırımcıların herhangi bir beklenen getiri için en düşük getiri varyansına sahip portföyü talep edeceklerini kabul eder.

MPT, yatırımcıların varlık tahsisatlarında beklenen getiriye karşı pazar riskini optimize eden bir portföy oluşturma kararlarında yardımcı olmaktadır. Teori, verilen bir risk seviyesinde optimal portföylerin etkin sınırını tanımlar. MPT, sistematik biçimde işleyen risk ve getirinin karşılıklı etkileşiminin detaylı bir şekilde anlaşılmasına imkan sunar. Portföyler önemlidir; çünkü çeşitlendirmeyele riski

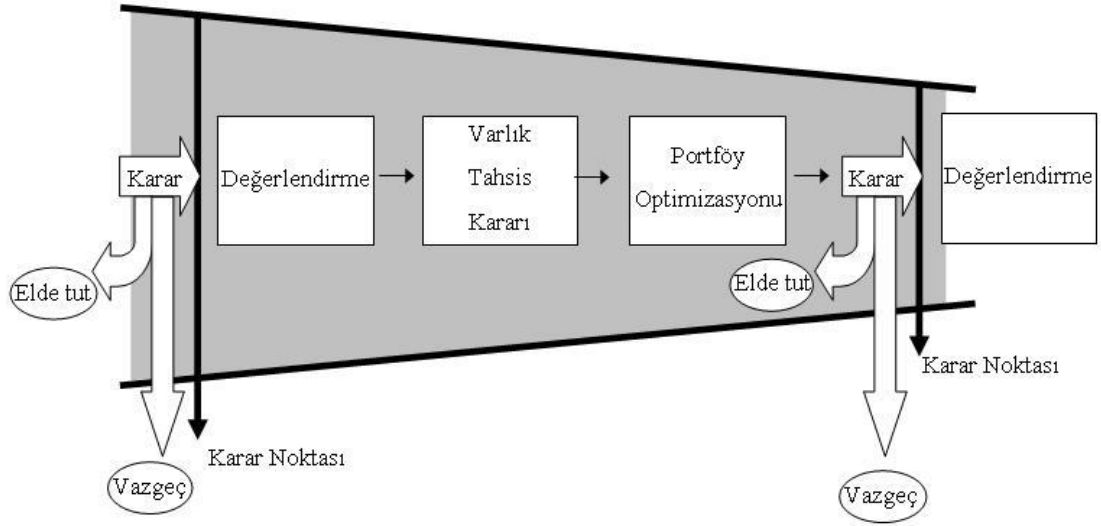
azaltmaktadırlar. Uygun portföy yönetimi bir yatırımcıya varlıklarından beklenen getiri ve riskin hem tipinin hem de büyüklüğünün sınıflandırılması, tahmini ve kontrolü imkanını verir.

Portföy teorisi, geleneksel proje değerlemesinden farklıdır. Portföy teorisi, bir yatırım projesi fırsatının bireysel özelliklerinin analizinden, bir yatırım projeleri fırsatları toplamına ve toplam portföy değerini optimize eden olasılıklar kombinasyonuna doğru odaklanmayı sağlar ve bu portföyün beklenen getirisini risk seviyesiyle ilişkilendirir.

Yatırım projeleri için portföy yönetimi dinamik bir yaklaşımdır. (Şekil 2.4'teki gösterime bakınız). Yatırımcılar sürekli olarak proje havuzlarını analiz etmeli ve hangilerini portföy içinde tutacaklarını, hangilerinden vazgeçeceklerini ve hangilerini uygulayacaklarını belirlemelidirler. Özel bir yatırım projesiyle ilgili herhangi özel bir portföy, dinamik bir koni olarak gösterilebilir. Portföydeki projelerin adeti zaman içinde artabilir. Bu durumda projeler uygulanır ya da terk edilir. Diğer projeler ise bir karara bağlanmadan daha fazla düşünmek üzere portföyde yer almaya devam ederler, fakat bunlar da portföy hedefine ulaşmaya kadar belirli bir süre zarfında uygulanır ya da vazgeçilir. Portföyde bulunan yatırım projeleri, şirketlerin bütçe tahsisat seçenekleri arasında bulunan direkt alternatifleri ifade etmektedir. Endirekt alternatifler ise (yatırımcının geçmişte ya da gelecekte gerçekleştirebileceği projeler) portföy değerlendirmesi için minimal şartları ve sınırları belirlemektedir.

Portföy içindeki projelerin değerlendirilmesi, bölümün devamında ele alacağımız, çeşitli sermaye bütçeleme teknikleri ile yapılabilir;

1. Net Bugünkü Değer (NBD)
2. İç Verim Oranı (IVO)
3. Karar Analizi (KA)
4. Reel Opsiyonlar



Sekil 2.4: Bir portföy içindeki bir projenin yaşam döngüsü

2.3 Net Bugünkü Deger Metodu

Iskontolanmış Nakit Akisi metotları, her zaman için yatırım projelerinin ekonomik değerlerinin hesaplanması için kullanılan en yaygın metotlar olmuştur. Baron'un Finans ve Yatırım Terimleri sözlüğü (Downes ve Goodman, 1998) Iskontolanmış Nakit Akisi metotlarını yatırımların ömrü boyunca gerçekleşen nakit giriş ve çıkışlarının ortak bir tarihteki değerlerinin belirlenmesinde kullanılan metotlar olarak tanımlamaktadır. En yaygın kullanılan INA metotlarından ikisi NBD ve IVO'dır.

NBD metodu, gelecekteki nakit akisini bugüne denk değeriyle göstermek için, genelde sermaye maliyeti ya da fonların fırsat maliyeti dikkate alınarak belirlenen bir iskonto oranı kullanmaktadır. Brealey ve Myers (2000), NBD'i bir projenin firmanın değerine olan net katkisi olarak tanımlayarak bunu ifade etmişlerdir: "Bir projenin NBD'ini hesapladığımızda, projenin firmaya sağlayacağı kazancın projenin masraflarından daha fazla bir değeri olup olmayacağını sormus oluyoruz. Projenin değerini tahmin ederken projeden sağlanan nakit akışlarının sermaye piyasalarında işlem görmesi durumunda yatırımcılar tarafından ne şekilde talep göreceğini dikkate alıyoruz." Bu anlamda, NBD, nakit giriş ve çıkışları bugünkü tarihe iskonto etmekte ve daha sonra Denklem 2.1'de gösterildiği gibi iki değeri karşılaştırmaktadır. Kural, projelerin NBD'lerinin sıfırın üzerinde ya da sıfıra eşit olduğu durumlarda gerçekleştirilmesidir. Karşılıklı dışlayan projeler için kural, en yüksek NBD değerine sahip olanı seçmektir.

$$NBD = BD(Nakit\ Giriş) - BD(Nakit\ Çıkış) \quad (2.1)$$

$BD(Nakit\ Giriş)$ ve $BD(Nakit\ Çıkış)$ projenin sirasıyla gelirlerinin ve maliyetlerinin bugünkü değeridir. Gelecekteki herhangi bir tutarın bugünkü değeri, mevcut değerinden daha düşük olmak zorundadır; çünkü su anda sahip olduğumuz birim paranın değeri, birim paranın gün içindeki değerinden daha fazladır (Brealey ve Myers, 2000). Bu nedenle, gelecekte ortaya çıkan herhangi bir tutarın değeri uygun bir oranla iskonto edilir. Iskonto oranı yatırım projesinden beklenen getiri oranına bağlıdır; bu da yatırımcıların gecikmeli bir ödemeyi kabul etme durumunda bekledikleri getiri oranıdır.

NBD metodunun temelindeki en önemli husus, iskonto oranının doğru belirlenmesidir. Daha önce de açıklandığı gibi, iskonto oranı, teorik olarak piyasadaki denk yatırım projeleri alternatiflerinin sağlayacağı getiri oranına denk olmalıdır. Pratikte, getiri oranı, vergi sonrası AOSM ya da fonların fırsat maliyeti dikkate alınarak belirlenebilir.

Uygun bir iskonto oranının seçilmesi finans disiplini her zaman süregelen bir tartışma olmuştur ve bugün de bunun kesin bir cevabı yoktur. Ayrıca gerçek hayatta iskonto oranının zamana bağlı olarak genellikle sabit olarak varsayılması bir problem oluşturur çünkü projelerin riskleri dinamik olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla iskonto oranı, risk seviyesindeki değişimler dikkate alınarak sürekli ayarlanmalıdır, bu ise oldukça zahmetli bir iştir.

Net Bugünkü Değer (NBD) metodu yönetsel esnekliği dikkate almadan projenin değerini hesaplamaktadır. Bunun sebebi NBD metodunun projenin nakit akışının daha önceden belirlenen sabit bir senaryo dahilinde gerçekleşeceğini ve yönetimin pasif taahhütlerini kesin bir “yönetim stratejisi” olarak varsaymasıdır (Trigeorgis, 1995). Copeland ve Antikarov’un (2001) da belirttiği gibi, “NBD metodu yöneticileri, belli bir tarihte, sadece o tarihe ait bilgileri kullanarak, projeyi yapma ya da yapmama kararını vermeye mecbur bırakmaktadır.” NBD sistematik olarak gelecekte karar aşamaları içeren projelerin değerini göz ardı etmektedir. Halbuki yöneticilerin gelecekte oluşacak koşullara bağlı olarak takip eden kararları uyarlama ve düzeltme kabiliyeti projenin nakit akışı dağılımında asimetrilere yol açabilmektedir.

Tablo 2.1: NBD metodunun dezavantajları; kabuller ve gerçekler

NBD Kabuller	Gerçekler
Kararlar şimdi alınır ve nakit akışları gelecek için sabit kabul edilir.	Gelecekte getirilerde belirsizlik ve değişkenlik olabilir. Bütün kararlar bugünden verilemez, bazıları belirsizliğin ortadan kalkacağı tarihe ertelenebilir.
Bütün projeler pasif olarak yönetilir.	Projeler genelde aktif olarak projenin hayat döngüsü boyunca yönetilir, kontrol noktaları, karar opsiyonları, bütçe sınırlamaları vs. de bu süreçte dahildir.
Gelecekteki nakit akışları büyük oranda tahmin edilebilir ve deterministiktir.	Genelde stokastik ve riskli oldukları için gelecekteki nakit akışlarını tahmin etmek zor olabilir.
Projede kullanılan iskonto oranı sermayenin fırsat maliyetidir ve çeşitlendirilemeyen riskle orantılıdır.	Riskin farklı özelliklerde birçok kaynağı vardır ve bazıları projenin ömrü dahilinde çeşitlendirilebilir.
Bütün riskler tamamiyle sabit iskonto oranı ile ifade edilir.	Projenin riski zaman içerisinde farklılık gösterebilir.
Projenin getirisini etkileyecek bütün faktörler NBD’de yansıtılır.	Projenin karmaşıklığı ve bir takım dış etkenlerin sayısallaştırılarak nakit akışlarına yansıtılması zordur. Aksamis ve planlanmamış sonuçlar kayda değer ve stratejik önemde olabilir.
Bilinmeyen, kavranamayan ya da ölçülemeyen faktörlerin değeri ihmal edilir.	Kavranamayan varlıklar ya da kalitatif stratejik pozisyonlar beraberinde çok önemli faydalar getirebilir.

Yöneticilerin projeleri terk etme, büyütme/küçültme, veya erteleme becerileri, onlara bir esneklik sunmakta ve bu sayede belirsizliğin kötü yanlarından korunarak iyi yanlarını kullanıp yükselme potansiyelinden istifade etme imkanı tanımaktadır. NBD metodunun yöneticilere sunduğu statik senaryo bu adaptasyonların gerçekleşme ihtimalini göz ardı etmektedir ve dolayısıyla esnekliğin yaratacağı değeri hesaba katmamaktadır.

Tablo 2.1`de NBD`in bazı dezavantajlari kabullerin ve gerceklerin karsilastirilmesi yoluyla gosterilmistir. NBD metodunun temel sorunu, gelecekteki nakit akisini deterministik bir tutumla ele almasi ve belirsizligin neden oldugu risklerin yaratabilecegi etkileri goz ard etmesidir. Kullanilacak iskonto oraninin belirlenmesinin kesin bir yolu yoktur; bu hala literatürde cevabi olmayan bir sorudur. Ayrica NBD metodu fayda maliyeti orani hakkında da hicbir bilgi vermez.

2.4 İç Verim Orani

İç Verim Orani (IVO) bir yatırım projesinin hayat döngüsü esnasındaki ortalama getiriyi ifade eder. IVO, projenin net bugünkü değeri sıfır olduğu durumdaki iskonto oranidir. IVO değeri fırsat maliyetinden yüksek olan projeler kabul edilir; düşük olanlar ise reddedilir. Bu yöntemi değerli kılan şey, karar vericilerin, NBD metodunda olduğu gibi iskonto oranini belirleme zorunluluğu olmadan bu yöntemle projenin finansal fizibilitesini tanımlama imkanı bulmalarıdır. Metot, benzer hedeflere sahip çok yönlü projeler arasında seçim yapılması aşamasında sayısal avantajlar sunmaktadır. Bunun dışında, daha önce NBD`de (Tablo 2.1`e bakınız) bahsedilen bütün sıkıntılar IVO yönteminde de mevcuttur.

2.5 Karar Analizi

Karar Analizi (KA) belirsizliği ve yönetsel esnekliği ifade edebildiği için, stratejik karar süreçlerinde kullanılan oldukça faydalı bir araçtır (de Neufville, 1990). KA esnekliğe değer biçmek için problemi öyle bir şekilde oluşturur ki; bütün belirsizlikler ve bu belirsizliklere bağlı kararlar bir karar ağacıyla çok net bir şekilde ortaya konur. Baska bir ifade ile yöneticiler KA metodunu kullanarak karar problemini olası ihtimallere (olasılıksal olaylar) bağlı bütün mümkün sonuçları hiyerarşik bir şekilde planlayarak düzenlemektedir.

Bir karar ağacı, bir seri sonu düğümüyle sonlanan bir dizi karar ve olasılık düğümüdür. Bir karar düğümü, yöneticilerin bir olayla ilgili olarak bir karara vardığı durumu belirtmektedir. Bir karar düğümünün neticesinde oluşan dallar, yöneticilerin önündeki opsiyonları ifade etmektedir. Bu dallarda bütün olası tercihler gösterilmektedir ve bunlar karşılıklı olarak birbirlerinden bağımsız olmalıdır.

Karsilikli dislayan olaylarin gerceklesme olasiliklari ampirik degerlerle veya bilir kisi yorumlariyla belirlenebilir.

Karar analizi, dinamik programlama kavramina dayanmaktadır. Agacin baslangic noktasinda olan bir karar, ancak birbirini takip eden kararlar da optimal oldugunda optimal olabilir. Bu yuzden karar analizi, agacin sonundan baslayarak (agacin sag tarafindan) geriye dogru isler. Bu geri alma (rollback) sureci esnasinda beklenen risk ile iskontolanan NBD; her asamada butun sonuclarin NBD degerleriyle gerceklesme olasiliklerinin carpilmasiyla hesaplanır. KA'ndeki karar kuralini en iyi ortalama degeri sunani secmek olarak ifade edebiliriz. Burada "ortalama" gerceklesme olasiliklarına göre getirilerin agirliklandirilmis ortalamalari olan beklenen degerdir (de Neufville, 1990).

KA, ozellikle birbirini takip eden yatirim projelerini de iceren katmanli belirsizlik durumlarında ise yaramaktadır. Bu gibi durumlarda belirsizlik zaman icinde kesikli bir noktada ortadan kalkar. KA, gelecekle ilgili kararlar goz ardi edilerek alinan kabul ya da red kararlarına odaklanan NBD metodunun aksine; yoneticilerin, birbirini izleyen kararlar ve fizibil yonetim stratejileri arasindaki karsilikli baglari farkina varmalarında etkili olur. de Neufville (1990), KA'nin faydalarını asagidaki gibi siralamistir:

1. Belirsizligin ortaya koydugu karmasikliklar nedeniyle son derece karisik olabilecek problemi bicimlendirir.
2. Beklenen deger hesabiyla her dugumdeki optimal tercihleri belirler. Bunu belirlerken tercihin olasiligini ve getirilerini goz onune alır.
3. Zaman akisiyla birlikte bir optimal strateji tespit eder.

Bu anlamda, NBD metodunun bazi sorunlu yanlari KA ile giderilebilir, esasen KA ancak zaman icinde belirsizligin acikliga kavusmasiyla bir dugum icin en uygun kararın verilebilecegini kabul eder ve bu nedenle asla ilk anda bir karara varmaz; bununla birlikte projedeki belirsizliklerin farkli gelismelerine ve cozulümlerine bagli olarak optimal olan karar dizilerini belirler. KA, kararlarını sadece bugunden elde edilebilen bilgiler üzerine temellendirmediginden, projenin gelismisiyle birlikte yeni bilgilerin elde edilebilecegini ve hatta bu bilgilerin projenin optimal tercihinin dahi degistirebilecegini varsaymasından dolayi NBD'den farkilasmaktadır.

KA, diğer klasik yöntemlerde gözlenen bazı sıkıntılara çözüm getirmesine rağmen, pratikte uygulanma oranı sınırlıdır. Bunun sebeplerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

1. Birçok gerçekçi yatırım kararında, karar ağacının dalları, getiri değişkenleri ve her değişken için dikkate alınan olasılıklarla birlikte geometrik olarak çoğalmaktadır. Bu çözümü analitik olarak zahmetli bir hale getirmektedir; bununla beraber asıl odakın kaybedilerek optimal stratejinin belirlenmesini zorlaştırır.
2. Durumu basitleştirmek adına her değişken için en fazla iki ya da üç durum modellenir. Gerçek hayatta, olası sonuçlar seçilen durumlar arasındaki değerler tayfini kapsamaktadır. Ayrıca, belirsizliğin sadece zaman içinde kesikli (discrete) noktalarda çözülmesi mecburiyeti yoktur; süreklilik gösteren bir halde de çözüme kavusabilir.
3. Uygun iskonto oranının ne şekilde belirleneceğinin net bir cevabı yoktur. Riske uyarlanmış (risk adjusted) iskonto oranının her yıl için sabit olarak kabul edilmesi yanlıştır. Her karar noktasında, bir önceki belirsizlik ortadan kalkmış olacaktır ve bir öncekiyle benzerlik taşımayan yeni bir risk oluşacaktır; bu nedenle aynı iskonto oranı ağacın bütün noktalarında uygulanamaz. Eğer bir opsiyon projenin riskini azaltırsa, düşük bir iskonto oranı kullanılmalıdır. Örneğin projenin daraltılması opsiyonu, başlangıçtaki nakit akışları ile kıyaslandığında gelecekteki nakit akışlarının riskini azaltır. Fakat iskonto oranının uyarlanması ile riskin indirgenmesi KA ile açıklanamaz. (Brealey ve Myers, 2000)

2.6 Reel Opsiyonlar Metodu

Reel opsiyonlar metodu, Net Bugünkü Değer ve Karar Analizi gibi yöntemlerin belirsizlik altında sermaye bütçeleme kararlarının değerlendirilmesi esnasındaki yetersizliklerine bir çözüm getirmek üzere geliştirilmiştir. Reel Opsiyonlar metodolojisinin literatüre sunulmasını müteakiben finans çevresi tarafından yaygın olarak kabul görmüş ve oldukça farklı sermaye yatırım kararlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu yaklaşımın temelini finansal opsiyon değerlendirme teorisi oluşturmaktadır. Aslında opsiyon bir haktır; ama gelecekte bir

eylemde bulunma yükümlülüğü değildir ve ancak belirsizliğin varolduğu durumlarda bir değer tasimaktadır.

Reel opsiyonlar metodu analistlere yönetsel esneklik ve bir projenin gelişimi esnasında stratejik aksiyonlar gibi kolaylıkla ölçülemeyen ögelerin etkilerini yatırım projelerini değerlendirme sürecine katma imkanı sunmaktadır. Bu açıdan reel opsiyonlar metodu, NBD metodunun bazı dezavantajlarının üstesinden gelmektedir. Bu ögelerin değerlendirme sürecine katılması, projenin yapısına esneklik katar bu esneklik de herhangi bir yatırımın ya da projenin doğasını ciddi anlamda değiştirebilir. Ayrıca, reel opsiyonlar metodu arbitraj fiyatlama teknikleri kullanarak esnekliğin sunduğu imkanlara daha adil bir değer biçer ve projenin değerlendirilmesi esnasında oluşabilecek bazı hataları da düzeltir.

KA`nde olduğu gibi, reel opsiyonlar metodu sadece esnekliği fiyatlandırmaz ve sadece belirsizliği dikkate almaz. Yatırımcıların stratejilerini optimize etmek için başvurabileceği karar verme kurallarını teorik olarak ortaya koyması nedeniyle değerli bir yöntemdir. Örneğin reel opsiyonlar, bir üretimin terk edilmesi kararını tetikleyecek bir girdinin fiyat seviyesinin belirlenmesinde ya da bir projenin bünyesinde barındırdığı opsiyonun hemen uygulanması yerine bu opsiyonun daha uygun şartlar oluşuncaya kadar uygulanmasının ertelenmesi durumlarının değerlendirilmesinde kullanılabilir.

2.6.1 Reel Opsiyonlar Metodunun Gelişimi

Myers (1987) standart INA yaklaşımlarının stratejik opsiyonlara sahip yatırım projelerinin değerlendirilmesi esnasındaki yetersizliklerini irdeleyen ilk araştırmacılardandır ve bu tür yatırımların değerlemesinde opsiyon fiyatlandırmasının oldukça önemli olduğunu ifade etmiştir.

Dixit ve Pindyck (1994), birçok yatırım kararının dönüşü olmayan kararlar olduğunu ve bu kararların verildiği ortamın sürekli olarak bir belirsizlik içerdiğini vurgulamışlardır ve hiçbir zaman için kesin olmayan fakat daha kaliteli bilgi edinmek için beklemenin değerini göstermişlerdir. Kitaplarında şirketlerin yatırım davranışlarını anlamaya ve endüstri dinamikleri ve yönetim politikası için bu teorelin anlamını geliştirmeye çalışmışlardır.

Trigeorgis (1996), sermaye bütçeleme tekniklerini kapsamlı bir şekilde gözden geçirerek; bir şekilde esnekliğin sunduğu değer belirlenmesini sağlayan opsiyon

fiyatlandirmasi islemini ayrintili olarak incelemistir. Ayrica opsiyonların karsilikli etkilesimleri, reel opsiyonlar içeren projelerde sik rastlanan birçok opsiyonun degerlemesi ve rekabete dayanan karsilikli etkilesimlerin degerlemesi ile ilgilenmistir.

Buckley (1998), reel opsiyonların uluslar arasi sermaye yatirimlarının degerlendirmesi üzerindeki etkisini konu aldıkları kitaplarında deger olusumunun potansiyel kaynaklarının saptanmasi ve tanımlanmasi amaciyla tûmdengelim yöntemiyle bir takım kurallar dizisi gelistirilmesi üzerinde durmuslardır.

Amram ve Kulatilaka (1999) finansal opsiyonlar ve reel opsiyonlar üzerine yazdıkları giris niteligindeki kitaplarında bazı reel opsiyon uygulamalarından da bahsetmişlerdir. Ancak bu kitap reel opsiyonların degerlemesinde ayrintili pratik bir yöntem sunmamaktadır; sadece reel opsiyonların ne kadar kapsamlı bir şekilde uygulanabilecegine dair bir fikir vermektedir.

Howell ve dig. (2001), reel opsiyonlarla yeni tanışanlar için kapsamlı bir kitap sunmuşlardır. Kitap, ileri düzeydeki uygulamacılardan yüksek lisans öğrencilerine kadar geniş bir kitleye seffaf bir anlatımla teknik bilgiler vermektedir.

Copeland ve Antikarov (2001), reel opsiyonlar üzerine tartismali ancak etkili bir kitap yazmışlardır. Kitaptaki temel iddiaları “Piyasa Varlık Yadsimasi” (Market Asset Disclaimer) kavramıdır. Bu kavram temelde (klasik NBD metodunda olduğu gibi) esneklik tasimayan bir projenin nakit akislerinin bugünkü degerinin, projenin finansal piyasada işlem gördüğü takdirde olacağı şekilde tahmin edilmesinin en tarafsız yöntem olduğunu savunmaktadır. Genelde piyasada işlem görmeyen reel opsiyonların degerlemesi için bu kavrama dayanan bir yöntem geliştirmişlerdir.

Boer (2002), yazdığı kitabında reel opsiyon metodunu okuyucularına teknik olmayan bir yolla, matematiksel yöntemlere basvurmadan açıklayarak pratikteki uygulama alanlarına dikkat çekip firmalardaki karar verme yetisine sahip olan yöneticileri bilgilendirmeyi hedeflemiştir.

Mun (2002 ve 2003), kitaplarında reel opsiyon metodunu farklı uygulamalar ve senaryolar için kalitatif ve kantitatif anlamda tanımlamıştır. Kitaplarda reel opsiyon metodunun pratik uygulama adımları açıklanmakta ve risk-nötral degerleme üzerinde yoğunlaşmaktadır.

2.6.2 Reel Opsiyon Uygulamaları

Reel opsiyon yaklaşımının uygulama alanları giderek genişlemektedir. İlk ve en bilinen reel opsiyon uygulamalarından bir tanesi, 1973`de Black, Metron ve Scholes tarafından geliştirilen opsiyon fiyatlama denkleminin yayınlanmasından hemen birkaç yıl sonra, petrol sektöründe gerçekleşmiştir. Firmaların petrol araştırması yapmak amacıyla bir araziyi kiralaması bir opsiyon ortaya koymaktadır. Kesif çalışmaları başarılı olduğu takdirde firma petrol kuyuları kazma ve petrol çıkarma opsiyonuna sahiptir. Eğer kesif çalışmaları olumsuz sonuçlanırsa, firma projeyi durdurma ve zararlarını sınırlama opsiyonuna sahiptir. Opsiyon kesif projesinin değerini arttırmaktadır; çünkü olası kayıpları azaltırken, yatırım projesinin karlılık potansiyelini en üst seviyede tutmaktadır (Amram ve Kulatilaka,1999). İlk uygulamalardan bir diğeri ise altın madeni rezervlerinin değerlendirilmesi amacıyla firmanın sahip olduğu altın çıkarma opsiyonunun altın fiyatları yüksek seviyelerde olduğu zaman gerçekleştirilmesi üzerinedir (Brennan ve Schwartz, 1985). Bu iki reel opsiyon örneği finansal piyasalara yakınlığından dolayı oldukça çekicidir. Bu örneklerde nakit akışının bağımlı olduğu varlığın değeri doğal kaynakların fiyat hareketlerine bağlıdır. Bu da pratik olarak, fiyatların piyasalarda gözlenebildiği anlamına gelmektedir. Bugünkü değer, direkt olarak, opsiyon değerlendirme denklemi için bir girdi olarak kullanılabilirken, fiyatın geçmiş dönemdeki hareketleri de volatilitiyi hesaplama için kullanılabilir.

Günümüzde, reel opsiyon metodu sadece doğal kaynaklara dayalı projelerle sınırlı değildir. Teorik gelişmelerin yanı sıra, reel opsiyon metodunun uygulama alanları strateji belirlemeden, piyasa değerinin belirlenmesine, sözleşme değerlemesinden, portföy yönetimine ve risk yönetiminden mühendislik tasarımlarının modellenmesine kadar çok hızlı bir şekilde genişlemektedir. Reel opsiyon metodolojisi, doğal kaynaklar sektöründen, gayrimenkuller, ARGE, bilgi teknolojileri, eczacılık, imalat, yönetim denetimi ve altyapı sektörüne kadar pek çok sektörde uygulanmaktadır. Tablo 2.2`de günümüzde reel opsiyonlar yaklaşımı kullanan sektörler üzerine şirket isimleriyle birlikte genel bir bakış sunulmuştur (Triantis ve Borison, 2001).

Tablo 2.2: Sektörel bazda reel opsiyonlar metodunu kullanan bazı firmalar

Sektör	Firmalar
Petrol	Shell International; British Petroleum; ARCO; Statoil; Amoco; Esso; Marathon; PanCanadian; British Gas; Chevron; Andarko ve PetroCanada
İlaç/Biyoteknoloji	Hoffman-La Roche; Genentech; Amgen; Merck, Genzyme ve ReCap
Bilisim	Intel Corp.; Toshiba Corp.; Hewlett-Packard; Digital
Telekomünikasyon	Equipment Co. Cray Research, Rockwell, US West, Sprint ve UltraTech
Madencilik	RTZ Co. ve Newmont Mining Co.
Otomobil	General Motors, Ford ve birçok Japon Otomotiv Firması
Elektronik	Kodak; Philips ve Cadence Design Systems
Enerji	Anadarko, Chevron, Cinergy, ConEdison, Conoco, Constellation Power, Dynegy, El Paso, Enron, Lakeland Electric, New England Power Co, New England Electric, Ontario Power Generation, Texaco, Wisconsin ve Public Service Corporation.
Havacılık	Vermont Airbus, Boeing, British Airways, Canadian Pacific
Finansal Servisler	Credit Suisse First Boston, Morgan Stanley
Gayrimenkul	Beazer Homes
Tüketici Ürünleri	DuPont, LLBean, Procter & Gamble

Bu sektörlerin hepsinde, büyük yatırımların yapılması gereklidir ve elde edilecek getiriler çok belirsizdir. Şirketlerin deneyimlerine ve geçmişlerine bakıldığında reel opsiyonlar yaklaşımının mühendislik uygulamalarına dayanan sektörlerle doğru gelişimi fark edilebilir.

Aşağıdaki listede (Trigeorgis, 1996), bünyesinde opsiyon barındıran bazı durumlar belirtilmiştir.

- Arazi haklarının satın alınması maden rezervlerinin çıkarılması opsiyonu sunar.
- Patent alınması yeni bir ürünün geliştirilmesi opsiyonu sunar.

- Bir imalat tesisi için büyüme opsiyonu söz konusu olabilir. Yatırım için bazı ek harcamalar yapıldığında daha yüksek gelirler sağlanabilir.
- Elde edilen gelirlerin işletmenin değişken maliyetlerini karşılamaması durumunda üretimin geçici bir süre durdurulması ya da sonlandırılması ihtimali olabilir. Bu o yılın gelirinin alım opsiyonu olarak ifade edilebilir. Opsiyonun kullanma fiyatı, işletmenin değişken maliyetidir.
- Opsiyon, bir projenin sonlandırılması esnasında varolabilir. Varlıkların ikinci el piyasasında hurda değerine satılması bir opsiyondur.
- Yeni bir pazara adım atma opsiyonuna sahip olmak adına farklı bir alanda faaliyet gösteren bir firmanın satın alınması gerçekleştirilebilir.
- Bir ARGE projesinin başarılı olması, ileride projenin ticari bir ürün haline geliştirilerek pazara sunulması opsiyonu tasimaktadır.
- Firmanın borçları, firma değerinde alım ya da satım opsiyonları olarak görülebilir.

Reel opsiyonlar metodunun çıkış noktası finansal opsiyonların fiyatlanması olmasına rağmen, reel opsiyonların şirketlerdeki kullanımı sadece bir opsiyon değerinin hesaplanması amacıyla kullanılmamaktadır. Yakın zamanda yapılan bir araştırma (Triantis ve Borison 2001), reel opsiyonlar metodunun farklı şirketlerde hangi amaçlarla kullanıldığını üç maddeyle açıklamaktadır.

1. Reel opsiyonlar bir düşünce tarzı olarak algılanabilir. Bu gibi durumlarda, reel opsiyonlar esasen karar problemlerini kalitatif olarak biçimlendirmek ve paylaşmak için bir dil olarak kullanılmaktadır.
2. Reel opsiyonlar bir analitik araç olarak tipi bilinen iyi tanımlanmış projelerin değerlemesinde kullanılmaktadır.
3. Reel opsiyonlar organizasyonel sürecin bir parçası olarak stratejik opsiyonların saptanması ve uygulanması amacıyla yönetsel bir araç olarak kullanılmaktadır.

Araştırma ayrıca reel opsiyon metodunun pratikteki uygulamaları üzerine aşağıdaki yorumu sunmaktadır: `Yöneticilerin birçoğu reel opsiyonlar metodunu, yeni piyasa koşullarına uyum sağlamak üzere ortaya konulan devrim niteliği taşıyan bir çözüm olarak görmemektedir. Bunun yerine, hissedarların karlılığını arttırmak amacıyla

yatırım projelerinin degerlemesini ve sermayenin tahsisatini gelistiren evrimsel bir sürecin parçasi olarak görmektedirler. Bu metoda adaptasyonu, firmanın çıkarlarını daha iyi bir şekilde savunarak karar verme olanagini sağlayacak rekabetsel bir avantaj unsuru olarak görmektedirler. Diğer yöneticiler ise reel opsiyonları kritik ticari riskleri yönetme ya da heyecan verici büyüme fırsatlarını ortaya koyma potansiyeli olan ve geçmişteki önemli kaygıları hafifleten bir metot olarak algılamaktadır.’

2.6.3 Reel Opsiyonlarla Bilisim Teknolojileri Uygulamaları

Reel opsiyonlar metodu ile bilisim teknolojileri yatırımları üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bilisim teknolojileri yatırımları firmaların iş süreçlerini daha iyi yürütmelerine imkan verecek şekilde altyapılarını oluşturmalarına ya da geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu anlamda birçok araştırmacı bilisim teknolojileri yatırımlarını direkt olarak değer yaratmayan fakat firmalara farklı değer üreten uygulamaları yapabilme olanagi sağlayan yatırım projeleri olarak tanımlamaktadır (Taudes ve diğ., 2000). Bu sayede firmalar farklı açılımlar yakalayarak, rekabet becerilerini müşteri memnuniyetini ve karlılıklarını arttırmaktadırlar. Fakat firmanın asıl ihtiyaçları dikkate alınmadan ya da iyi planlanmadan yapılan bilisim teknolojileri yatırımları firmalarda önemli zararlar oluşturabilmektedir.

Reel opsiyonlar metodu ile bilisim teknolojileri yatırımlarının degerlemesi üzerine yapılan teorik çalışmalarda daha çok hangi tür uygulamalarda reel opsiyon analiz yönteminin kullanılmasının uygun düşeceği ve diğer klasik yatırım degerleme yöntemleri ile olan mukayeseleri üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak reel opsiyon metodunun yöneticilere aradıkları esnekliği sağlayacağı ve bu sayede klasik yatırım degerleme yöntemlerinin yetersizliklerinin ortadan kaldırılabilceği açıklanmıştır; çünkü reel opsiyon analiz yöntemi, karar vericilere, gelecekte olacak bir olayın parasal boyutunu, yatırımı degerleme sürecine katma imkanını sunmaktadır. Buna ek olarak reel opsiyonlar bilinen klasik yatırım degerleme yöntemlerinin yerini alacak bir analiz yöntemi olarak savunulmamaktadır. Aksine reel opsiyon analiz yönteminin klasik yatırım degerleme yöntemleri ile birlikte tamamlayıcı unsurlar olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Triantis ve Borison, 2001).

Uygulamaya yönelik çalışmaları ise kendi aralarında aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz;

1. Bilisim teknolojileri yatırımlarının optimal başlangıç zamanının belirlenmesi amacıyla reel opsiyonlar metodunun uygulanması.
2. Bilisim teknolojileri yatırımlarının bünyelerinde bulundurduğu riskleri tiplerine ayıran ve bu risklerin yönetilebilmesi amacıyla reel opsiyonlar metodunun uygulanması.
3. Farklı bilisim teknolojileri yatırımlarının öncelik sıralarının belirlenmesi üzerinde duran ve projelerin birbirleriyle etkileşimini irdeleyen çalışmalar.
4. Bilisim teknolojileri projelerinin satın alınması ya da firma tarafından geliştirilmesini irdeleyen çalışmalar.

Birinci gruba giren ve genel anlamda bilisim teknolojileri yatırımlarının optimal başlangıç zamanının belirlenmesi amacıyla reel opsiyon analiz yönteminin uygulanması üzerine Benaroch ve Kaufmann (1999), yaptıkları çalışmalarında Black-Scholes modelini kullanarak yabancı bir ülkede gerçekleştirilecek bir bilisim teknolojileri projesinin ideal zamanlamasını belirlemeye çalışmışlardır. Taudes, Feurstein ve Mild (2000), çalışmalarında iş süreçlerini bir Kurumsal Kaynak Planlaması yazılımı ile takip eden bir firmanın, bilisim teknolojileri yatırımı dahilinde mevcut yazılımın versiyonunun yenilenmesi ya da eski versiyonla devam edilmesi kararının, firma üzerinde yaratacağı etkileri reel opsiyonlar kullanarak değerlemesi üzerinde çalışmışlardır. Campbell (2002), çalışmasında genelde literatürdeki uygulamalarda görülen, optimal zamanlamanın bulunması amacıyla yatırıma başlamadan önce beklemenin kattığı değerin hesaplanması yaklaşımı yerine Amerikan tipi alım opsiyonunun erken uygulanmasını teşvik edilmesi esasını temel alan bir analogik yaklaşımla, optimal erteleme zamanının, kaybedilen proje nakit akışları ile bulunabileceğini göstermiştir. Courchane ve diğ. (2002), çalışmalarında bir stratejik reel opsiyonun optimal uygulama zamanının projenin yapısındaki belirsizliğe ve firmanın ölçeğine bağlı olduğunu göstermişlerdir. Büyük firmaların stratejik opsiyonları daha önce kullanacaklarını, diğer firmaların ise ölçeklerine bağlı olarak belirsizlik daha düşük bir seviyeye inince opsiyonu uygulamaya yönelecekleri sonucunu ortaya koymuşlardır. Kauffman ve Li (2004) çalışmalarında, birbiriyle rekabet halinde olan ve birbirleriyle uyumsuz iki projeden yalnızca birisini uygulamaya geçirecek olan bir firmanın yatırımı gerçekleştirme zamanlamasını

analiz etmişlerdir. Kim ve Alleman (2000), çalışmalarında internet üzerinden ses aktarımı yatırımını incelemişlerdir. Olusturulan teknolojik altyapı modelini Black-Scholes yaklaşımı ve binom yaklaşımları ile değerlendirmiş ve konvansiyonel net bugünkü değer yaklaşımından elde edilen sonuçlarla kıyaslamışlardır. Erdogmus ve La Barre (2001), finansal piyasalarda işlem gören belirli hisse senetlerinin teknolojik belirsizliklerin ve risklerin bir kısmının yorumlanmasında giderek artan bir oranda yardımcı olduğu düşüncesini ortaya atmış ve yazılım geliştirme esnasında karşılaşılan teknolojik risklerin bu anlamda tahmin edilebilmesi amacıyla piyasada işlem gören bazı hisse senetlerini kullanmışlardır. d'Halluin ve diğ. (2004), çalışmalarında bir reel opsiyon modelini kullanarak cep telefonları için hizmet altyapısına yönelik kablosuz ağ kapasitesinin nasıl belirleneceğini araştırmışlardır. Hevert ve diğ. (1998), faiz oranlarındaki olası değişikliklerin, opsiyon değerleri üzerinde yarattığı etkiler üzerine çalışmışlardır. Faiz oranındaki olası artışın, projenin nominal nakit akışlarında oluşturduğu değisikliğe bağlı olarak, büyüme opsiyonunun değerini düşürdüğünü göstermişlerdir.

İkinci gruba giren ve genel anlamda bilisim teknolojileri yatırımlarının bünyelerinde bulundurduğu riskleri tiplerine ayıran ve bu risklerin yönetilebilmesi amacıyla reel opsiyon analiz yönteminin uygulanması üzerine Kumar (2002), çalışmasında bilisim teknolojileri yatırımlarının doğası gereği oluşan ve belirli bir sistematik yaklaşımla ortadan kaldırılamayan risklerin, risk yönetimi stratejileri ile çeşitli kategorilere ayrılmasının öneminden bahsetmiştir. Benaroch (2002), risk yönetimi perspektifiyle bilisim teknolojileri yatırımlarının değerlemesinde reel opsiyon metodunun nasıl kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bräutigam ve Esche (2003), çalışmalarında reel opsiyonların değerlendirme işlemini kolaylastıran bir yapı ortaya koymuşlardır. Dört katmandan oluşan bu yapı, reel opsiyonun değerlemesinde sırasıyla organizasyonel etmenlerin, stratejik etkileşimlerin, değerlendirme etmenlerinin ve kontrol etmenlerinin dikkate alınması gerektiğini savunmaktadır. Svavarsson (2003 ve 2004), çalışmasında karmaşık bilisim teknolojileri platformu yatırımlarının mimari, mühendislik ve konstrüksiyon ortamında karşılaşılan farklı tiplerdeki risklerin sınıflara ayrılabilmesi için kavramsal bir yapı ortaya koymuştur. Kurumsal İhtiyaç Planlaması projelerindeki kullanıcı adaptasyonu ve diğer teknolojik faktörlerin, proje esnasında zamana bağlı olarak bir iyileşme göstermesi, diğer bir

deyisle “öğrenme etkisi” ise modeli oluşturan ağacın dallarının farklı volatilitelere ve yatırım maliyetlerine sahip olması şeklinde modele katılmıştır.

Üçüncü gruba giren ve genel anlamda bilisim teknolojileri yatırımlarının öncelik sıralarının belirlenmesi üzerinde duran ve projelerin birbirleriyle etkileşimini irdeleyen çalışmalara örnek olarak Payani ve Trigeorgis (1998), çok aşamalı opsiyon (bilesik büyüme opsiyonu) kavramını, bilisim teknolojileri yatırımlarının değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Bu amaçla, bir bilisim teknolojileri projesinin altyapı çalışmalarının uygulamasını ve uluslararası bir bankanın kademeli olarak genişleme kararının bir uygulamasını yapmışlardır. Zhu (1999), yaptığı çalışmada bilisim teknolojileri yatırımlarının genel olarak bir dizi adımdan oluştuğunu ve bu adımların farklı ilerleme fırsatlarını ifade eden büyüme opsiyonlarından oluştuğunu belirtmiştir. Çalışmanın sonucunda bilisim teknolojileri yatırımlarının asıl değerinin yarattığı nakit akışlarından çok bünyesinde barındırdığı diğer potansiyel fırsatlardan kaynaklandığını belirtmiştir. Dai ve diğ. (2000), yaptıkları çalışmada ulusal bir bankanın gerçekleştireceği bilisim teknolojileri altyapısı yatırımının ileride gerçekleştirilmesi olası diğer bilisim teknolojileri yatırımlarına bir baz oluşturacağını öngörmüşler ve bu öngörü dahilinde binom çözüm modeliyle bu altyapı projesinin bünyesinde barındırdığı büyüme opsiyonunun değerini hesaplamışlardır. Gamba (2003), Monte Carlo simülasyonunu temel alan bir nümerik değerlendirme algoritmasını benimseyerek, sermaye bütçeleme problemlerini çözmeye çalışmıştır. Bardhan ve diğ. (2004), Margrabe’nin opsiyon modelini kullanarak firmalarının belirli bir bilisim teknolojisi yatırım portföyü içerisinde bulunan projelerin değerlendirilmesi ve belli bir öncelik sırasına dizilmesi amacıyla iç içe (nested) reel opsiyon modelinin kullanılması üzerine çalışmışlardır.

Dördüncü gruba giren ve genel anlamda bilisim teknolojileri projelerinin satın alınması ya da firma tarafından geliştirilmesini irdeleyen çalışmalara örnek olarak, Schwarts ve Gorostiza (2000), çalışmalarında firmaların belirsiz bir zaman dilimi boyunca, belirsiz miktarda para harcayarak ortaya çıkardıkları ve diğer firmalara satılabilen, geliştirme projelerinin değerlendirilmesi amacıyla bir model oluşturmuşlardır. Başka bir modelde de firmaların kendi kullandıkları için satın aldıkları bilisim teknolojileri varlıklarını değerlendirip mukayeselerini yapmışlardır. Erdogmus (2002), çalışmasında binom modelini kullanarak, sağlanan kazanç (earned value) yönetimi ve piyasadan elde ettiği verilerle, aynı anda zamanlama, geliştirme maliyeti ve piyasa

riskine maruz kalan ticari bir yazılım geliştirme projesinin ekonomik degerini belirlemeye çalismistir. Ziedonis ve Arbor (2002 ve 2004), çalismalarında binom modelini kullanarak, firmaların teknoloji lisanslama kararlarının arkasındaki opsiyon kontratlarının satın alınmasına ve kullanımına etki eden faktörleri incelemislerdir. Katzy (2003), yenilik difüzyon modelinin (innovation diffusion model) açıklayıcı gücünü ve reel opsiyonların riski modelleme gücünü yenilik yönetim araştırmalarında kullanmış ve uygulamacılara yenilik yönetimi için daha sistematik bir yaklaşım sunmuştur.

3. OPSİYONLAR TEORISI

Opsiyonlara sahip olarak uygun aksiyonları alma fikri elbette yeni bir fikir değildir. Eski Romalılar, Yunanlılar ve Fenikeliler kendi deniz limanlarından gönderilen kargoları opsiyonlarla takas etmişlerdir. Finansal enstrümanlar söz konusu olduğunda, opsiyonlar genelde iki tarafın karşılıklı olarak kabul ettiği, taraflardan birinin finansal bir varlığı satın alma ya da satma hakkına sahip olduğu fakat satın alma ya da satma yükümlülüğü tasımadığı bir anlaşma olarak tanımlanır. Yükümlülük tasımadan haklara sahip olmanın finansal bir değeri vardır; dolayısıyla yatırımcılar opsiyonun sunduğu hakları satın almak zorundadırlar. Opsiyonlar değerlerini diğer varlıklar üzerinden kazandıkları için finansman literatüründe türev enstrümanlar sınıfına girmektedir.

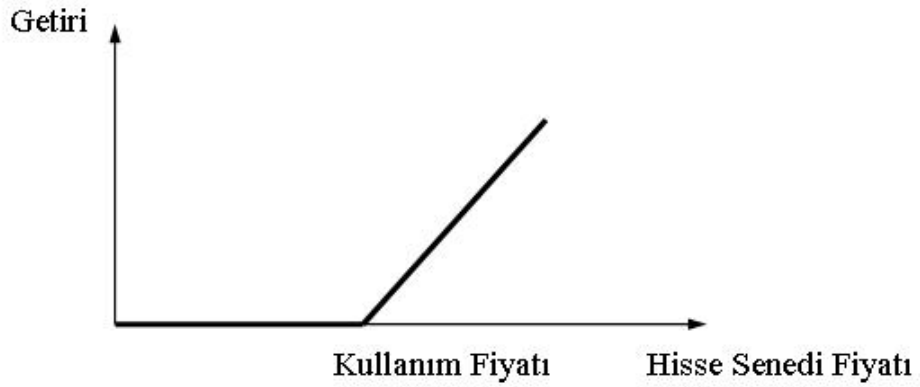
Stokastik hesaplama temeline dayanan opsiyonların fiyatlandırılması, finansman literatüründe matematiksel olarak en karmaşık yaklaşımlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Modern yaklaşımların geçmişi Charles Castelli'nin 1877 yılında yazmış olduğu "Hisse Senetlerinde Opsiyonlar Teorisi"ne kadar uzanmaktadır. Modern opsiyon teorisi 1973 yılında Black, Scholes ve Merton tarafından finansman literatürüne kazandırılmıştır; "Opsiyonların Fiyatlanması ve Ortak Borçlar" (Black ve Scholes, 1973) ve "Rasyonel Opsiyon Fiyatlama Teorisi" (Merton, 1973). Opsiyonlar zaman içerisinde çok farklı alanlarda uygulanarak yaygınlaşmıştır. Bu teori hem Myron Scholes'a hem de Robert Merton'a 1997'de Ekonomi Bilimi alanında Nobel Ödülü kazandırmıştır. Opsiyonların belirsizliği yönetme becerisi sayesinde sunduğu esneklik, karar vericilerin durmadan değişen koşulların üstesinden gelme becerisini geliştirmiştir.

3.1 Finansal Opsiyonlar

Opsiyon, sahibine herhangi bir yükümlülüğe girmeden bir varlığı bugünden belirlenmiş bir fiyattan gelecekte alma (call option) ya da satma (put option) hakkını verir. Bu varlık hammadde olabileceği gibi faiz oranı, tahvil veya herhangi bir finansal araç olabilir. Opsiyonun kullanım süresinin dolduğu tarih ayrıca opsiyonun

vadesi olarak da adlandırılır. Opsiyonun uygulanması esnasındaki fiyatı, kullanım fiyatı olarak adlandırılır. Firmalar bazen kendi varlıkları, bazen de diğer menkul kıymetler karşılığında opsiyon ihraç ederler.

Opsiyonun en önemli özelliği sağladığı getirinin asimetrik olmasıdır. Bunu şu şekilde açıklayabiliriz: Opsiyon alıcısına bir hak sunar, ancak söz konusu hak herhangi bir yükümlülüğe yol açmamaktadır. Alıcının maksimum zararı opsiyonun maliyetidir. Belirsizliğin olumsuz tarafı olan riski sadece opsiyonun maliyetine katlanarak sınırlı bir seviyede tutabilirken; belirsizliğin olumlu potansiyelinden faydalanarak teorik olarak kazancını sonsuza çıkartabilir. Alıcının bu durumuna karşın, opsiyon satıcısının potansiyel zararı sınırsızdır. Zira opsiyon satıcısı (opsiyon yazarı), alıcı işleme koyduğunda söz konusu değeri teslim almak ya da teslim etmek durumundadır. Şekil 3.1’de alım opsiyonu gösterilmektedir.



Sekil 3.1: Alım opsiyonu getirisi

Şekil 3.1’de belirtilen alım opsiyonu için, hisse senedinin bugünkü fiyatı, kullanım fiyatının altında olursa opsiyon sahipleri alım opsiyonu uygulamazlar, zarar alım opsiyonunun satın alım fiyatıyla sınırlıdır. Eğer hisse senedinin bugünkü fiyatı, kullanım fiyatının üzerinde olursa, opsiyon sahipleri, alım opsiyonunu uygularlar. Hisse senedinin bugünkü fiyatı ile kullanım fiyatı arasındaki fark alım opsiyonunun getirisidir. Getirinin belirli bir üst sınırı yoktur; ancak getirinin alt sınırı sıfırdır. Bu yapıda bir asimetriye yol açmaktadır. Maksimum zarar, opsiyonun ilk satın alma fiyatına esittir.

Opsiyonlar, Avrupa tipi opsiyonlar ve Amerikan tipi opsiyonlar olarak, gelecekte işlem görme zamanına göre sınıflandırılabilir. Avrupa tipi opsiyonlar işlem gününden önce işleme konulamamaktadır. Buna karşılık Amerikan tipi opsiyonlar ise

islem günü dahil olmak üzere islem gününe kadar herhangi bir zamanda isleme konulabilir.

3.2 Opsiyon Degerleme de Temel Varsayimler

Bir opsiyonun kolay anlasilir bir degeri yoktur ve objektif bir sekilde nasil degerlenebilecegi oldukça ilgi çekici bir sorudur. Modern opsiyon degerleme modelleri iki temel varsayim üzerine kurulmustur: Arbitraj firsatlarinin varolmaması, ve hisse senedi fiyatının takip ettigi güzergah olan Brownian Hareket.

3.2.1 Arbitraj Firsatlarinin Fiyatlandirması

Arbitraj iki ya da daha fazla piyasada aynı anda islem yapılması ile kar elde edilmesi anlamına gelmektedir. Bu olayı hem New York Hisse Senedi Borsasında hem de Londra Hisse Senedi Borsasında islem gören bir hisse senedini ele alarak açıklayalım. Hisse senedinin fiyatı New York'ta \$17.7 iken Londra'da £10 olduğunu varsayalım. Eğer çapraz kur £1 için \$1.8 olursa bir yatırımcı aynı anda New York borsasından 1000 hisse senedi alarak bunları Londra borsasında satması durumunda,

$$1000 \times [(\$1.8 \times 10) - \$17.7]$$

ya da \$300'lik risksiz bir kar elde eder.

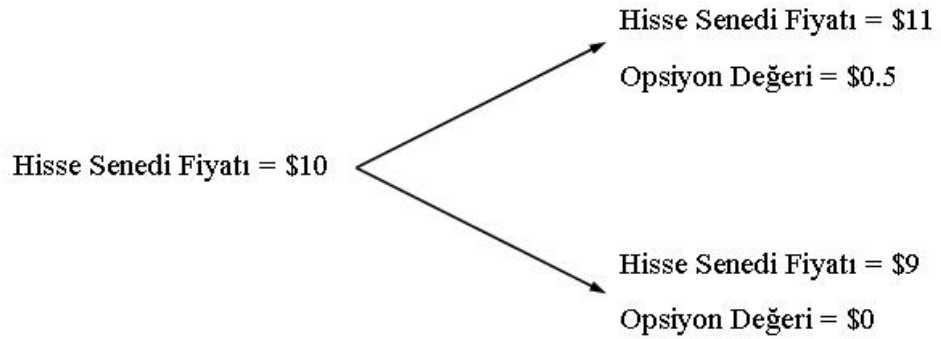
Bu tip bir arbitraj fırsatı çok uzun soluklu olamaz. Bu fırsatı gören diğer yatırımcılar arbitraj fırsatından faydalanmak amacıyla New York borsasından hisse senedini almaya başladıklarında hisse senedine artan talep hisse senedinin fiyatını arttırarak risksiz kar olanagını sonlandıracaktır. Benzer şekilde, hisse senedinin Londra borsasında yüksek oranlarda satılması hisse senedinin fiyatının düşmesine sebep olarak arbitraj fırsatını ortadan kaldıracaktır. Sonuç olarak kısa bir zaman dilimi içerisinde hisse senedinin fiyatları iki borsada kur oranına denk olacaktır.

Aslında piyasada bu tip arbitraj fırsatlarını araştırarak çok sayıda yatırımcının olması, bu tip bir fiyat farklılığının oluşmasına zaten izin vermemektedir.

Arbitraj fırsatının mevcut olmadığı durumlarda, hisse senedi ve hisse senedi opsiyonu kombinasyonu ile degeri hiçbir belirsizlik tasımayan bir portföy oluşturulabilir. Diğer bir deyişle hem hisse senetlerinden oluşan hem de bünyesinde bir opsiyon barındıran risksiz bir portföy oluşturmak mümkündür. Portföy hiç risk

tasimadigi için, portföyün saglayacagi getiri orani, risksiz faiz oranıyla esit olmalidir. Risksiz bir portföy olusturabilmenin temelinde hem hisse senedi fiyatının hem de opsiyon fiyatının ayni tip belirsizlikten yani hisse senedi fiyatındaki degisikliklerden etkileniyor olmaları yatmaktadır. Kisa zaman dilimleri için, uygun bir portföy olusturulduğunda hisse senedi opsiyonunun kazanci ya da zarari, hisse senedinin kazanci ya da zarariyla karsilanabilmektedir. Bu sartlar altında portföyün risksiz faiz oranında getiri saglayacagi kesindir. Bu kisa zaman dilimi için alim opsiyonunun fiyatı hisse senedinin fiyatı ile pozitif korelasyona; satim opsiyonunun fiyatı ise hisse senedinin fiyatı ile negatif korelasyona sahiptir.

Basit bir örnek ile açıklarsak (Hull, 1999); bir hisse senedinin bugünkü fiyatı \$10'dır ve fiyatının y aylık bir zaman sonra ya \$11 ya da \$9 olacağı bilinmektedir. y ay sonunda hisse senedini \$10.5'dan satın alma hakkını sunan Avrupa tipi bir alim opsiyonu olduğunu varsayalım. Bu opsiyon y ay sonunda su iki degerden birisine sahip olacaktır. Eger hisse senedi fiyatı \$11 olursa opsiyonun degeri \$0.5; eger hisse senedinin fiyatı \$9 olursa opsiyonun degeri \$0 olacaktır. Bu durum Sekil 3.2'de gösterilmiştir.



Sekil 3.2: Hisse senedinin fiyat hareketleri

x adet hisse senedini alma hakkını elimizde tuttuğumuz ve bir alim opsiyonunun yazicisi durumunda olduğumuz bir portföy yönettiğimizi varsayalım. Portföyü risksiz hale getiren x degerini su sekilde hesaplayabiliriz. Eger hisse senedi fiyatı \$10'dan \$11'a yükselirse, hisse senetlerinin degeri $11x$ olacaktır ve tek bir hisse senedini \$10.5'dan alim opsiyonunun degeri ise \$0.5'dir. Bu durumda portföyün toplam degeri $11x - 0.5$ olacaktır. Eger hisse senedi fiyatı \$10'dan \$9'a düşerse, hisse senetlerinin degeri $9x$ ve opsiyon degeri 0'dır. Bu durumda portföyün toplam degeri

9x olacaktır. Her iki durum için de portföyün nihai değerini aynı seviyede tutan “x” değeri için portföy risksizdir. Bunu matematiksel olarak şu şekilde ifade edebiliriz.

$$11x - 0.5 = 9x$$

ya da

$$x = 0.25$$

Eğer hisse senedi fiyatı \$11'a yükselirse, portföyün değeri,

$$11 \times 0.25 - 0.5 = 2.25$$

hisse senedi fiyatı \$9'a düşerse portföyün değeri

$$9 \times 0.25 = 2.25$$

olacaktır. Hisse senedi fiyatının yukarı ya da aşağı doğru hareketinden bağımsız olarak portföyün değeri y ay sonrasında daima \$2.25 olacaktır.

Risksiz bir portföy, arbitraj fırsatları olmadığında r , risksiz faiz oranını kazanmak zorundadır. Dolayısıyla portföyün bugünkü değeri \$2.25'in sürekli bileşik faizi alınmış (continuously compounded) bugünkü değerine denk olmalıdır.

$$2.25 e^{\left(\frac{-ry}{12}\right)}$$

Hisse senedinin bugünkü fiyatı \$10 olsun. Opsiyon fiyatının f olduğunu varsayarsak. Portföyün değeri

$$10 \times 0.25 - f = 2.25 e^{\left(\frac{-ry}{12}\right)}$$

ya da

$$f = 2.5 - 2.25 e^{\left(\frac{-ry}{12}\right)}$$

olur.

3.2.2 Brownian Hareket ve Wiener Prosesi

Hisse senedi fiyatları sabit volatiliteye sahip Geometrik Brownian Hareket ile açıklanmaktadır. Standart Brownian Hareket stokastik prosesin en önemli kavramlarından birisidir ve modern opsiyon teorisinin temelini oluşturmaktadır.

Değeri zamana bağlı olarak belirsiz bir şekilde değişen herhangi bir değişkenin, stokastik prosesi takip ettiği söylenir. Stokastik proses kesikli zaman ya da sürekli zaman olarak iki sınıfa ayrılabilir. Kesikli zaman stokastik prosesinde, değişkenin değeri zaman içinde sadece belli noktalarda değişebilir. Sürekli zaman stokastik prosesinde ise değişkenin değeri herhangi bir zamanda değişebilir. Stokastik prosesler ayrıca sürekli değişken ya da kesikli değişken olarak da kategorize edilebilir. Sürekli değişken prosesinde, nakit akışının bağlı olduğu değişken belirli bir değer aralığı içindeki herhangi bir değeri alabilirken; kesikli değişken proseslerinde ise sadece tanımlanmış kesikli değerleri alabilir.

Wiener Prosesi, (Brownian Hareket olarak da adlandırılır) opsiyon değerlendirme işleminde kullanılan stokastik prosesinin temelini oluşturmaktadır. İlk olarak Iskoç bilim adamı Robert Brown, 1827'de toz partiküllerinin rassal hareket ederken birbirleriyle çarpışmalarını incelemiştir. Bunu takiben 1905 yılında Albert Einstein Brownian Hareket'in nosyonunu geliştirmiştir. İki büyük partikülün birbirlerinden, kendilerini çevreleyen küçük moleküllerin rassal çarpışlarıyla, ayrılmasını konu alan çalışması ile stokastik prosesin teorisini ortaya koyan bir zemin oluşturmıştır. Markov, Wiener ve Ito konuya katkıda bulunan diğer kişilerdir. Brownian Hareket ilk olarak 1960larda hisse senedi fiyatlarının modellenmesine kullanılmaya başlanmıştır.

Wiener prosesi, zamana bağlı bir şekilde sürekli ve stokastik olarak değişkenlik gösteren değişkenlerin modellenmesinde kullanılabilir. Wiener prosesi bir sürekli-zaman stokastik prosesidir ve üç önemli özelliği vardır:

1. Markov prosesini takip eder.
2. Artılar birbirinden bağımsız gerçekleşir.
3. Değişimler normal dağılıma uygundur.

Markov prosesi, bir değişkenin gelecekteki değerini en iyi şekilde tahmin etmek için ihtiyaç duyulacak tek şeyin değişkenin simdiki değeri olduğunu belirtir. Aksi

takdirde degisken kendi geçmişinden bagimsiz olacaktır. Daha derinlemesine bir sekilde açıklamak gerekirse, Markov prosesini takip eden bir degiskenin (x_{t+1}) olasilik dagilimi sadece degiskenin bugünkü degerine (x_t) baglidir. Ve t zaman önce degiskenin degerinin ne oldugunun bilinmesi gerekmemektedir. “Bagimsiz artislar” degiskendeki degisimin olasilik dagiliminin üst üste binmeyen (non-overlapping) zaman araliklari için bagimsiz olmasi anlamina gelmektedir. Üçüncü özellik de sonlu bir zaman araliginda degiskendeki degisikliklerin normal dagilima uyduğunu ve varyansinin zaman araliginin büyüklüğüne bagli olarak dogrusal bir sekilde arttığını belirtmektedir.

z degiskeni için Wiener prosesi, dt zaman araligi için dz degiskenindeki degisim olarak tanimlanabilir.

$$dz = e_t \sqrt{dt} \quad (3.1)$$

burada e_t normal dagilma sahip ortalamasi 0 ve standart sapmasi 1 olan rassal bir degiskendir. e_t rassal degiskeninin aldigi degerler arasinda bir korelasyon yoktur. Diger bir deyişle e_t 'nin alabilecegi iki rassal degerin çarpimlarinin beklenen degerleri sifira esittir.

$$E[e_t e_s] = 0 \quad t \neq s \quad \text{için} \quad (3.2)$$

Bu sekilde, herhangi iki farkli zaman araligi için dz 'nin degerleri birbirlerinden bagimsizdir, bu da matematiksel olarak Wiener prosesini tanimlar.

Wiener Prosesi en basit sekilde Sürüklenmeli (with drift) Browniyan Hareket olarak genelleştirilebilir ve x degiskeni için dx 'ye göre asagidaki gibi tanimlanabilir:

$$dx = a dt + b dz \quad (3.3)$$

burada a ve b sabittir ve dz Wiener prosesidir. $a dt$ terimi, x 'in birim zamandaki beklenen sürüklenme oranini ifade etmektedir. Bu, $b dz$ terimi olmadan, T zaman diliminde x 'nin aT oranıyla artacağı anlamina gelmektedir. $b dz$ terimi x 'in takip ettigi güzergaha degiskenlik veya noise getirmektedir.

Küçük bir zaman araliginda, Δt ; x 'in degerindeki degisiklik Δx olur.

$$\Delta x = a \Delta t + b e \sqrt{\Delta t} \quad (3.4)$$

e standart normal dagilimdan elde edilen rassal bir sayidir. Dolayisiyla, x asagidaki özellikleriyle normal dagilima uymaktadır.

Ortalama $\Delta x = a\Delta t$

Standart sapma $\Delta x = b\sqrt{\Delta t}$

Varyans $\Delta x = b^2\Delta t$

Wiener prosesinde degisimin varyansi zamanla dogru orantili olarak büyür. Standart sapma varyansin karekökü olduğu için; standart sapma zamanin kareköküyle orantili olarak büyür.

Genelde varlik fiyatlarının Ito prosesinin bir tipi olan Geometrik Brownian Hareketi izlediği varsayilir. Geometrik Brownian Hareketi de, degiskenin logaritması genelleştirilmiş Wiener prosesini takip etmektedir.

$$\frac{ds}{S} = \mu dt + s dz \quad (3.5)$$

ya da

$$dS = \mu S dt + s S dz \quad (3.6)$$

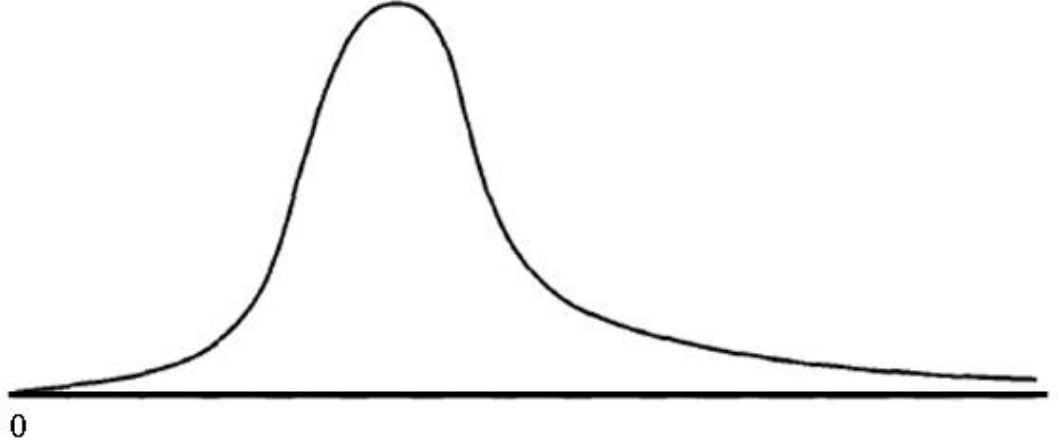
Denklem 3.6, hisse senedi fiyat davranisini modellemek için kullanılan en yaygın modeldir. Burada hisse senedinin fiyatı; S , μ , hisse senedinden beklenen getiri ve s , hisse senedi fiyatının volatilitesidir. Bir hisse senedi fiyatının volatilitesi, sürekli bileşik getiri kullanılarak hesaplandığı takdirde, hisse senedinden bir yılda elde edilen getirinin standart sapması olarak tanımlanabilir. Volatilite ayrıca hisse senedi fiyatının bir yıl sonunda dogal logaritmasının standart sapmasıdır. İki tanımlama da birbirine denktir.

Daha sonra, $f(S) = \ln S$ için Ito Savini $\ln S$ 'in takip ettiği prosesi elde etmek için kullanırsak; (Ito Savi için Ek A`ya bakınız)

$$d \ln S = \left(\mu - \frac{s^2}{2} \right) dt + s dz \quad (3.7)$$

Bu denklemle degisken $\ln S$ genelleştirilmiş bir Wiener Prosesi izler. $\ln S$ `deki degisiklik başlangıç ile t zamani arasında normal olarak dagilmistir; dolayisiyla, S

lognormal bir dagilima sahiptir. Fiyatin lognormal dagilimi, fiyatin logaritmasinin da normal dagilima uydugu anlamina gelir. Eger lognormal olasilik yogunluk fonksiyonu, fiyatin logaritmasinin bir fonksiyonu olarak çizilirse, fonksiyonun kuyruklari izlenen hisse senedi fiyatlarını gösterecek sekilde, pozitif olarak çarpilacaktır.



Sekil 3.3: Lognormal dagilim

Hisse senedinin lognormal özelliği, 0 ile t zaman dilimi arasında hisse senedinin sagladigi getiri oraninin sürekli bileşik olarak islenmesi durumunda gerçekleşir.

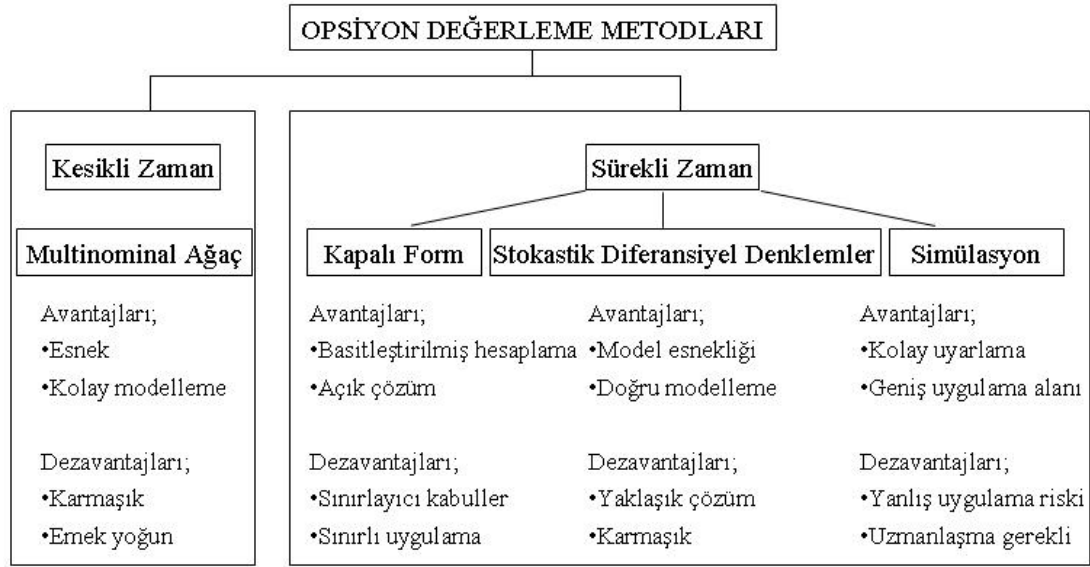
Sonlu bir zaman araliginda; dt , S' in logaritmasindaki degisiklik, $(\mu - \frac{1}{2} s^2)dt$ ortalamasi ve $(s^2 dt)$ varyansiyla normal dagilima uymaktadır. Eger S 'in bugünkü degeri S_0 ise kendisinin beklenen degeri,

$$E[S(t)] = S_0 e^{\mu t} \quad (3.8)$$

Bu t süresinde ve μ faiz oranıyla, S_0 'in gelecekteki degerini hesaplanmasinda kullanılan denkleme benzemektedir. Dolayisiyla Geometrik Brownian Hareket prosesini takip eden S degiskeninin beklenen degeri için olan bu denklem, geçen süreye bagli olarak $S(t)$ 'nin beklenen bugünkü iskontolanmis degerini hesaplamak için kullanılabilir.

3.3 Modelleme Yaklaşımları

Reel opsiyonları değerlemek için halen kesikli ve sürekli zaman olmak üzere iki ayrı modelleme yaklaşımı kullanılmaktadır. Çoklu-nominal ağaçlar (multinomial lattices) kesikli zaman yaklaşımını oluştururlar ve kapalı form denklemler, stokastik diferansiyel denklemler ve Monte Carlo Simülasyonu sürekli zaman yaklaşımlarını oluşturmaktadır. Bütün bu yaklaşımlar finansal opsiyon değerlendirme prosedürleri baz alınarak geliştirilmiştir. Şekil 3.4’de her iki modelleme yaklaşımının avantajları ve dezavantajları karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.4: Opsiyon değerlemede kullanılan modelleme yaklaşımları

Bir opsiyonu değerlemek için çeşitli metodolojiler kullanılır. Bunlardan ilki, Black-Scholes’un 1973 yılında, Avrupa tipi alım ve satım opsiyonlarını fiyatlandırmak için geliştirdikleri kapalı formdaki çözümdür.

3.3.1 Ağaç Yaklaşımı

Ağaç yaklaşımı, nakit akışına bağlı varlığın, zaman içinde kesikli çoklu-nominal çarpım stokastik prosesini (discrete multinomial multiplicative stochastic process) izlediğini varsayarak opsiyonu değerlemek için dalları olan bir çeşit “ağaç” oluşturur. Opsiyon değeri, ağacın son düğümlerinden başlanarak başlangıç durumuna geri dönecek şekilde hesaplanır. Ağaç yaklaşımının kullanımı karar vericilere opsiyonu sezgisel ve esnek bir yaklaşımla değerlendirme avantajlarını sunmaktadır. Karar verici, ağacın tamamında opsiyon değerlerini kolaylıkla gözleyebilir. Ancak ağaç yaklaşımı

sayisal olarak uygulamacilari zorlayan bir yaklasimdir. Aga yaklasiminin üç ana tipi mevcuttur: Binom metodu, trinomial metodu ve çoklu-nominal metot.

En çok kullanılan aga yöntemi binom yöntemidir. Cox, Ross ve Rubinstein`in geliştirdiği bu yöntemde nakit akisina bağli varliğin davranisini yaklasik olarak tahmin etmek için binom agalari kullanilir. Binom modeliyle opsiyon değerinin hesaplanmasi iki farkli yöntemle yapılabilir. Bununla beraber iki yöntemle de hesaplanan opsiyon değeri birbirine esittir.

1. Arbitraj firsatlarinin olusumunu engelleyen eslenik portföyün kullanilmasiyla opsiyonun değerlemesi.
2. Risk nötral olasiliklerin kullanimiyla risk nötral değerleme kavrami ile opsiyonun değerlemesi.

Binom agalari birim zaman dilimi içerisinde nakit akisina bağli varliğin orantili bir sekilde asagi ya da yukari dogru hareket ettigini varsayar. Bu asagi ve yukari hareketlenmeler, onlara karsilik gelen olasiliklari, risk-nötral bir dünyada varliğin dogru bir ortalama degere ve standart sapmaya sahip olacak sekilde hesaplanır.

Risk-nötral bir dünyada, risk-nötral olasilik, beklenen getiriyi risksiz faiz oranina esitleyen agacin yukari ve asagi düğüm değerlerinin olasiligini ifade etmektedir. Opsiyonun değeri risk-nötral olasilik ile ağirliklandirilmis agacin yukari ve asagi düğümlerindeki nakit akislarinin, risksiz faiz orani ile iskontolanmasi yoluyla, agacin sonundan basina dogru ilerleyerek hesaplanır (Trigeorgis, 1996).

3.3.2 Kapali Form Denklemler

Kapali form denklemler, sürekli zaman durumu için opsiyonların değerlemesinde arbitraj olusumunu engelleyen birçok kısmi denge sartini temel alarak ortaya konmustur. Kapali form denklemlerini kullanmanın en önemli avantajı opsiyon değerlerini hesaplamadaki kolayliğidir. Bununla birlikte değer hesaplanacak opsiyonun kısmi denge sartlarinin dikkatli bir sekilde belirlenmesi, dogru bir sekilde uygulanmasi gerekmektedir. Dogru kabullerin yapıldiği modeller için kapali form denklemler oldukça değerli bir çözüm aracidir. Kapali form denklemleri kısmi denge sartlarına tam olarak uyum saglamayan uygulamalarda bile yaklasik değere ulasmak için kullanılabilir. Ancak her durum için kapali form denklemleriyle ifade edilebilecek bir analitik çözümün bulunmaması, diğer yöntemlerin kullanimini zorunlu kilmistir.

İlk kapalı form denklemini 1973`de Black ve Scholes geliştirerek, Avrupa tipi alim ve satım opsiyonunun fiyatlamasını yapmışlardır. Bunu takiben Robert Merton, Black-Scholes modelini sürekli temettü ödemelerini dikkate alacak şekilde geliştirmiştir. Günümüzde kullanılan opsiyonları fiyatlama tekniklerinin çoğu Black-Scholes yaklaşımının bir altkümesidir. Reel opsiyonlar için kullanılan diğer kapalı form denklemler Margrabe, Geske ve Carr denklemleridir.

3.3.3 Stokastik Diferansiyel Denklemler

Yukarıda tartışılan kapalı form denklemleri elde etmede kullanılan sınır şartlarını belirlemek için bir dizi stokastik diferansiyel denklemin çözülmesi gerekmektedir. Opsiyon değeri, nakit akışının bağlı olduğu varlığın davranışını tanımlayan (Geometrik Brownian Hareket veya Markov prosesi gibi) kısmi diferansiyel denklemin belirlenmesi ve Ito Savi kullanılarak bu denklemin çözülmesi ile hesaplanır (Dixit ve Pindyck, 1994). Yaklaşımın dezavantajı, derinlemesine bir diferansiyel hesaplama bilgisini gerektirmesidir. Bunun yanı sıra çoğu zaman stokastik diferansiyel denklem çözümleri mevcut değildir. Kısmi diferansiyel denklemin Monte Carlo Simülasyonu kullanılarak ya da stokastik diferansiyel denklemin bir dizi farklı denklemle tanımlanması ile sonlu fark metodu kullanılarak nümerik olarak, çözülmesi gerekir.

3.3.4 Simülasyon

Opsiyonları değerlemede yukarıdaki tekniklerin uygulanması analitik ya da sayısal olarak zor olduğunda simülasyon metodu kullanılabilir. Simülasyon teknikleri, genellikle Monte Carlo Simülasyonu`nu kullanarak, nakit akışının bağlı olduğu varlığın stokastik prosesini, risksiz bir dünyada izleyebileceği pek çok farklı güzergahı belirlemek amacıyla rassal sayıları kullanarak ifade eder. Her bir güzergah için opsiyonun getirisi hesaplanır ve risksiz faiz oranıyla iskonto edilir. Iskонтolanmış getirilerin aritmetik ortalaması opsiyonun tahmini değeridir (Hull,1999).

Belirsizlikle ilgili karmaşık ve büyük ölçekli problemleri ele almada Monte Carlo Simülasyonu mükemmel bir araçtır ancak bazı kısıtlamaları mevcuttur;

1. En önyargısız olasılıklara dayalı girdilere sahip en detaylı modeller bile gerçek hayatta yaşanan durumları modellemekte yetersiz kalmaktadır. Karar

vericilerin olusturulan modelin dogruluguna itimat ederek Monte Carlo Simülasyon sonuçlarını işlemeleri gerekmektedir.

2. Monte Carlo Simülasyonu iyi tanımlanmış bir karar stratejisi sunmaz. Yönetimin bir kararı beklenen NBD`in olasılıksal dağılımını dikkate alarak karara bağladığını varsayalım. Monte Carlo Simülasyonu`nun verdiği sonuçları bir dizi hareket planına sokmak için objektif kurallar mevcut değildir. Diğer bir deyişle Monte Carlo Simülasyonu sadece bir sonuç vermektedir. Bu sonuca ulaşmanın mantıklı ve objektif adımlarının ne şekilde olması gerektiği hakkında bir bilgi vermez.
3. Monte Carlo Simülasyonu, kendisini besleyen girdi parametrelerinin dağılımlarını dikkate alarak çözüm sunan bir analiz tekniğidir. Belirsizliğin çözülmesiyle ve yönetsel esneklikle, kritik parametrelerin dağılımları değişebilir. Monte Carlo Simülasyonu bu tür değişiklikleri yakalamamaktadır.

3.4 Opsiyon Değerleme

Yukarıda reel opsiyonları değerlemek için kullanılan farklı modelleme yaklaşımları özetlenmiştir. Bu bölümde de en çok kullanılan iki değerlendirme modeli olan Binom Modeli ve Black-Scholes Modeli`nin matematiksel olarak nasıl türetildiği gösterilecektir. Bu modellerin detayına inmeden önce bir opsiyonun değerini etkileyen parametreleri tanımlayalım.

Bir finansal opsiyonun değerini etkileyen 6 parametre vardır (Bu parametrelerin reel opsiyonlar için tanımı 4. bölümde belirtilmektedir):

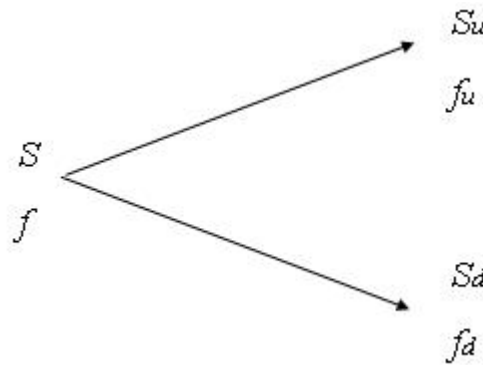
- **Varlığın değeri (S):** Hisse senedinin fiyatı.
- **Kullanım fiyatı (X):** Opsiyonu uygulamanın maliyeti. Tek ve önceden belirlenmiş ödeme.
- **Opsiyonun Ömrü (t):** Kullanma tarihine kalan süre.
- **Volatilité (s):** Senelik bazda hisse senedi getirisindeki standart sapmalar. Volatilité, hisse senedinin değerinin varyansı kullanılarak tahmin edilebilir.
- **Risksiz Getiri Oranı (r):** Opsiyon ömrüyle aynı vadeye sahip risksiz varlık getirisi.

- **Dividant (d)** : Hissedarlara yapılan düzenli ödemeler.

Varlığın değerindeki, volatilitedeki ve opsiyonun ömründeki artışlar opsiyon değerini artırır. Uygulama fiyatı ve kar paylarındaki artış, opsiyon değerini azaltır. Risksiz getiri oranının opsiyon değeri üzerindeki etkisiyle ilgili farklı görüşler vardır. Finansal opsiyon teorisine göre risksiz getiri oranındaki artış opsiyon değerini arttırmaktadır. Fakat bazı araştırmacılar bunun tam tersini önermektedir (bakınız 4.5.3). Aşağıda, ömrü boyunca dividant ödemesinde bulunmayan bir alim opsiyonu için binom modeli ve Black-Scholes modelinin matematiksel çıkarımları verilmiştir.

3.4.1 Binom Modeli

İki terimli bir binom modeli tanımlamak için, ilk olarak dönem uzunluğu (bir hafta gibi) belirlenir. Modele göre, eğer bir dönemin başındaki hisse senedi fiyatı biliniyorsa, bir sonraki döneme ait hisse senedi fiyatı ancak olası iki değerden birini alabilir. Olası bu iki değer bir önceki dönemdeki fiyatın belli katsayılarla çarpımı olarak tanımlanır, üst değeri elde etmek için u , alt değeri için ise d ile çarpılır. Burada u ve d , $u > 1$ ve (genellikle) $d < 1$ şartını sağlayan iki pozitif sayıdır. Dolayısıyla, eğer bir dönemin başındaki fiyat S_0 ise, bir sonraki dönemdeki fiyat ya S_0u ya da S_0d olabilir. Hisse senedi fiyatında yukarı doğru bir hareket olduğunda artış oranı $u - 1$; aşağı doğru bir hareket olduğunda azalış oranı $1 - d$ olur. Bugünkü fiyatı S_0 olan bir hisse senedi ele alındığında, hisse senedi fiyatı S_0u 'ya çıktığında opsiyon değerinin f_u ; S_0d 'ye düştüğünde opsiyon değerinin f_d olduğu kabul edilir. Şekil 3.5'te bu durum gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Tek basamaklı binom modelinde hisse senedi fiyatı ve opsiyon değeri

Δ adet hisse senedini alma hakkını elimizde tuttuğumuz ve bir alim opsiyonunun yazıcısı durumunda olduğumuz bir portföy yönettiğimizi varsayalım. Eğer hisse

senedinin fiyatında yukarı doğru bir hareket var ise, portföyün opsiyonun ömrü sonundaki değeri

$$S_0 u \Delta - f_u$$

şeklinde olacaktır. Eğer hisse senedinin fiyatında aşağı doğru bir hareket var ise,

$$S_0 d \Delta - f_d$$

şeklinde olacaktır. Bu iki değer aşağıdaki şartlar sağlandığında eşittir;

$$S_0 u \Delta - f_u = S_0 d \Delta - f_d$$

veya

$$\Delta = \frac{(f_u - f_d)}{(S_0 u - S_0 d)} \quad (3.9)$$

Bu durumda portföy hiçbir risk tasimamaktadır. Arbitraj fırsatlarının varolmamasından dolayı portföy risksiz faiz oranına eşdeğer bir getiri sunacaktır. Δ , opsiyon değerindeki değişikliğın, hisse senedinin fiyatındaki değisiklige olan oranidir.

Portföyün bugünkü değeri aşağıdaki gibidir.

$$(S_0 u \Delta - f_u) e^{-rT}$$

burada r , risksiz getiri oranidir. Portföyü olusturulma maliyeti:

$$S_0 \Delta - f$$

Bunu takiben

$$S_0 \Delta - f = (S_0 u \Delta - f_u) e^{-rT}$$

veya

$$f = S_0 \Delta - (S_0 u \Delta - f_u) e^{-rT}$$

Denklem 3.9'daki Δ değeri yerine konulduğunda, Denklem 3.10'a indirgenir.

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1-p)f_d] \quad (3.10)$$

Bu denklemdeki p ve $1-p$ sirasiyla risk nötral bir dünyada hisse senedi fiyatının yukari dogru ve asagi dogru hareket olasiliklarini temsil etmektedir.

$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d} \quad (3.11)$$

Buradan u ve d degerleri asagidaki gibi hesaplanir ;

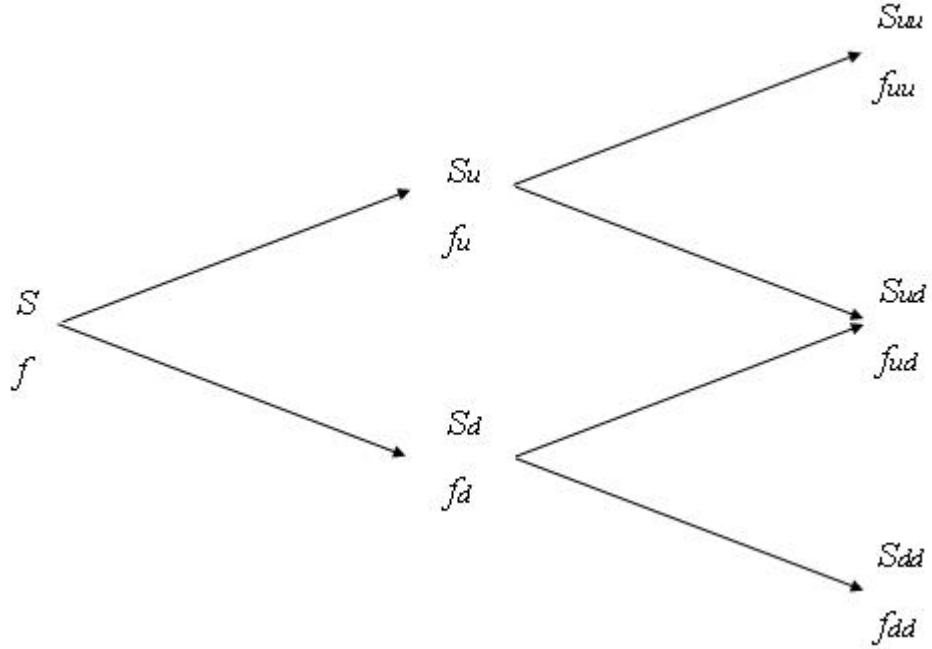
$$u = e^{s\sqrt{\Delta t}} \quad (3.12)$$

$$d = e^{-s\sqrt{\Delta t}} \quad (3.13)$$

ve

$$u = \frac{1}{d} \quad (3.14)$$

Eger eldeki binom agacina bir kademe daha eklenirse Sekil 3.6'daki gibi bir kurgu olur.



Sekil 3.6: İki basamaklı binom ağaç modeli

Denklem 3.10'un tekrar kullanımı ile

$$f_u = e^{-rT} [pf_{uu} + (1-p)f_{ud}]$$

$$f_d = e^{-rT} [pf_{ud} + (1-p)f_{dd}]$$

elde edilir ve sonuç olarak

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1-p)f_d] \quad (3.15)$$

elde edilir.

3.4.2 Black-Scholes Modeli

Black-Scholes modeli, arbitraj fırsatlarının mevcut olmadığı varsayımı üzerine kurulmuştur. Hisse senedi fiyatının izlediği süreç aşağıda yeniden verilen Denklem 3.6'daki gibidir.

$$dS = mSdt + sSdz$$

Alım opsiyonunun değerini gösteren $f(S,t)$ 'nin, hisse senedi fiyatı; S , ve zamanın; t , bir fonksiyonu olduğunu varsayalım. İto Savından (Ek A'ya bakınız.);

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial S} mS + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} s^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial S} sSdz \quad (3.16)$$

Wiener prosesi; dz , f ve S için aynıdır. Bir hisse senedi ve o hisse senedini baz alan bir opsiyondan oluşan bir portföy seçilerek Wiener prosesi ifadeden kaldırılabilir.

Bu şartı sağlayan uygun portföy bir adet alım opsiyonu satmak ve $\Delta f / \Delta S$ adet hisse senedi alınması suretiyle oluşturulan portföydür. Portföyün değeri Δf ise, tanım gereği 3.17'de belirtildiği gibidir.

$$\Pi = -\Delta f + \frac{\partial f}{\partial S} \Delta S \quad (3.17)$$

Olusturulan portföy sadece çok kısa bir zaman dilimi için risksizdir. S ve t degistikçe, $\partial f / \partial S$ de degismektedir. Portföyün risksiz kalabilmesi için portföyü olusturan degiskenlerin oranlari degistirilmelidir.

Denklem 3.6 ve 3.16'nin kesikli formu asagidaki gibidir;

$$\Delta f = \left(\frac{\partial f}{\partial S} mS + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} s^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} sS \Delta z$$

ve

$$\Delta S = mS \Delta t + sS \Delta z$$

? t 'lik bir zaman diliminde, ?? ifadesinde olusacak degisim asagida verilmistir.

$$\begin{aligned} \Delta \Pi &= -\Delta f + \frac{\partial f}{\partial S} \Delta S \\ &= - \left(\frac{\partial f}{\partial S} mS + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} s^2 S^2 \right) \Delta t - \frac{\partial f}{\partial S} sS \Delta z + \frac{\partial f}{\partial S} mS \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} sS \Delta z \\ &= \left(-\frac{\partial f}{\partial S} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} s^2 S^2 \right) \Delta t \end{aligned} \quad (3.18)$$

Görüldüğü üzere ifade z den bagimsizdir, ayrıca arbitraj fırsatlarinin varolmadigi varsayimi portföyün t süresi boyunca risksiz olmasini saglar. Buradan asagidaki ifade elde edilir.

$$\Delta \Pi = r \Pi \Delta t \quad (3.19)$$

r , risksiz getiriye ifade etmektedir. Bu ifade Denklem 3.17 ve Denklem 3.18'e yerlestirilirse;

$$\left(\frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} s^2 S^2 \right) \Delta t = r \left(f - \frac{\partial f}{\partial S} S \right) \Delta t$$

Böylelikle;

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} s^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (3.20)$$

Denklem 3.20, Black-Scholes diferansiyel denklemidir. Bu diferansiyel denklemin çözümü sınır kosullarına baglıdır. Avrupa tipi opsiyonlarda bu sınır kosulu asagidaki gibidir.

$$t = T \text{ iken, } f = \max[S - X, 0]$$

Black-Scholes diferansiyel denkleminin, temettü ödemesi olmayan Avrupa tipi alım opsiyonu için çözümü, sınır kosullari da kullanılarak, asagidaki gibi elde edilir.

$$C = S_0 N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2) \quad (3.21)$$

burada

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + s^2/2)T}{s\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/X) + (r - s^2/2)T}{s\sqrt{T}} = d_1 - s\sqrt{T}$$

$N(x)$, ortalamasi 0 standart sapmasi 1 olan normal dagilima uyan bir degisken için kümülatif olasilik yogunluk fonksiyonudur. Avrupa tipi bir satım opsiyonu için ise sınır kosullari asagidaki gibidir;

$$t = T \text{ iken, } f = \max[X - S, 0]$$

Black-Scholes diferansiyel denkleminin, temettü ödemesi olmayan Avrupa tipi satım opsiyonu için çözümü, asagidaki gibidir.

$$P = Xe^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (3.22)$$

Black-Scholes ifadesinin elde edilisinde her zaman saglanması gereken iki temel ve önemli varsayım mevcuttur:

- Arbitraj fırsatlarının varolmaması
- Geometrik Brownian Hareket

Bu varsayımlarının ifade ve anlamlarının anlaşılması reel opsiyonların değerlemesinde anahtar niteliğinde önem tasir ve reel opsiyon yaklaşımının farklı senaryolara uygulanabilirliğinin anlaşılmasını sağlar.

3.4.3 Risk-nötral Değerleme

Black-Scholes denkleminde görüldüğü üzere (Denklem 3.21) bir opsiyonun değeri yatırımcıların risk tercihleri dikkate alınarak belirlenen iskonto oranına ya da diğer değişkenlere bağlı değildir. Denklemde varolan değişkenlerin tümü – bugünkü hisse senedi fiyatı, zaman, hisse senedi fiyatı volatilitesi, risksiz kazanç oranı – risk tercihlerinden bağımsızdır. Bunun sebebi nakit akısının bağlı olduğu varlığın taşıdığı riskin, arbitraj fırsatlarının varolmamasından dolayı denklemde elenmiş olmasıdır. Bu durum, opsiyonların ve diğer türev araçların analizinde çok önemli bir unsur olan risk-nötral değerlendirme yaklaşımını ortaya çıkarmıştır. Eğer arbitraj fırsatları mevcut değilse risk-nötral değerlendirme yapılabilir. Bu varsayımın tersi de doğrudur. Risk-nötral değerlendirme yapıldığında arbitraj fırsatları mevcut olmayacaktır. Dolayısıyla birbirleriyle oldukça farklılık gösteren yatırımcıların risk tercihlerinin dikkate alınması gerekmemektedir. Bu anlamda uygulanması gereken doğru iskonto oranı risksiz getiri oranıdır. Bu sayede bütün yatırımcıların hemfikir olabileceği bir opsiyon değeri hesaplanabilir.

Risk-nötral dünya, en basit anlamda, belirli bir değişkenin taşıdığı risklerden arındırıldığı bir analiz ortamı olarak düşünülebilir. Bu değişken reel opsiyonlar metodu için nakit akıslarıdır. Varsayımın özünde riskli nakit akıslarının risk uyarlı iskonto oranıyla (beklenen getiri) iskontolanması yerine, risk-nötral olasılıkların belirlenerek nakit akıslarının bu olasılıklarla ağırlıklandırılmasıyla bünyesinde barındırdığı riskten arındırılarak risksiz esdeğerinin (certainty equivalent) bulunması ve takiben risksiz getiri oranıyla iskontolanarak opsiyon değerinin hesaplanması yatmaktadır. Risk-nötral olasılığın opsiyon değerinin belirlenmesi amacıyla kullanılması haricinde hiçbir finansal ya da ekonomik anlamı yoktur. Risk-nötral değerlendirme yatırımın analizi esnasında gerçek beklenen getiri ve gerçek iskonto oranının kullanılması zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır.

Risk-nötral değerlemeyi daha ayrıntılı bir şekilde açıklamak için Şekil 3.5`deki gibi basit binom yapısına bakalım. T anında beklenen hisse senedi fiyatı $E(S_T)$ ’dir.

$$E(S_T) = pS_0u + (1-p)S_0d$$

veya

$$E(S_T) = pS_0(u - d) + S_0d \quad (3.23)$$

Denklem 3.11’de verilen p ile yeniden çözüldüğünde;

$$E(S_T) = S_0e^{rT}$$

Hisse senedi fiyatındaki beklenen büyüme risksiz faiz oranıdır. Yukarı doğru hareket olasılığının p olarak seçilmesi, hisse senedinden beklenen getirinin risksiz faiz oranı olduğu anlamına gelmektedir. Aşağıda yeniden verilen Denklem 3.10, opsiyon değerinin, risk-nötral bir dünyada, kendi beklenen getirisinin risksiz faiz oranıyla iskonto edilerek hesaplandığını göstermektedir.

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1-p)f_d]$$

Yatırımcıların risk-nötral olduğu varsayımı, diğer bir deyişle risk-nötral değerlendirme, opsiyon değerinin hesaplanabilmesi için oluşturulan yapay bir ortamdır. Gerçek dünyada risk-nötral varsayım geçerli değildir, çünkü yatırımcılar gerçekte risk-nötral değildirler. Ancak risk-nötral değerlendirme ile yatırımcıların riske karşı tutumları hakkında bir kabul yapmış olmayız. Bununla beraber risk-nötral olasılıkla nakit akışlarındaki risk ortadan kaldırılacağı için yatırımcıların üzerinde tartışacağı bir risk unsuru mevcut olmayacağından uygulanacak doğru iskonto oranı risksiz getiri oranı olacaktır. Risk-nötral değerlendirme ile hesaplanan opsiyon değeri hem risk-nötral dünya hem de gerçek dünya için doğru ve geçerlidir. Risk-nötral dünyadan gerçek dünyaya geçiş yaparsak nakit akışının bağlı olduğu varlığın büyüme oranı ve uygulanan iskonto oranı değişkenlik gösterecektir.

3.4.4 Black-Scholes Modeli ile Binom Modelinin Karşılaştırılması

Black-Scholes modelinin en belirgin özelliği kapalı-formda olması nedeniyle kolayca çözülebilen ve kesin sonuç veren bir analitik yöntem olmasıdır. Buna ek olarak kısmi türevleri kullanarak duyarlılık analizleriyle çözümü daha geniş bir perspektifte yorumlama imkanı mevcuttur. Kapalı-form çözüme sahip olan bu analitik yöntemin uygulamasını kolaylaştıran iki kabul mevcuttur. Bunlardan birincisi bahis konusu

olan yatırım degerinin lognormal dagilima uymasi, ikincisi ise yatirimcilarin risk nötral oldugudur.

Binom modeli bahis konusu olan yatırımın degerinin binom dagilima uydugunu, Black-Scholes modeli ise lognormal dagilimina uydugunu kabul etmektedir. Fakat her iki model de yatırımın degerinin sonsuza kadar yükselebilecegi buna karsilik ancak degerin sifira kadar düşebilecegini savunmaktadır. Binom modelinin, yatirimların nakit akisi davranislarini daha iyi ifade ettigi hususunda kesin bir görüş mevcut degildir. Bunun sebebi binom modelinde kullanılan u ve d parametrelerinin dogru bir sekilde belirlenmesinin oldukça güç ampirik bir problem olarak karsimizda durmasidir; çünkü yatırım fiyatları nadiren klasik binom çarpan islemini (classical multiplicative binomial process) takip etmektedir.

Ikinci kabul olan ve yatirimcinin riske karsi olan tutumunu, risk-nötral olarak degerlendiren Black-Scholes modelinin piyasada islem görmeyen (non-traded) yatirimların degerlemesinde kullanimini ise binom modeli ile mukayese ederek asagidaki gibi açıklamak mümkündür.

Black-Sholes modelinin yatirimcilarin risk-nötral oldugu varsayimi, opsiyonun fırsat maliyetinin dikkate alınmasi gerekliligini ortadan kaldirmaktadır. Fakat yatırımın degeri zaman geçtikçe degiskenlik gösterecek ve dolayisiyla opsiyonun sahip oldugu risk de dinamik olarak degisecektir. Black-Scholes modelinin, piyasanin riske karsi olan duyarlıligini ve piyasa denge kosullarini gözardı ederek, risksiz getiri oranıyla nakit akislerini iskontolaması, dolayli olarak piyasada hiçbir arbitraj imkaninin varolmadigi ve yatırımın piyasada islem görmesi gerekliligini ortaya koymaktadır. Bu kabul benzer bir sekilde binom modelinde de mevcuttur. Uygulamada binom modelinin risk-nötral davranis esasini kabul ettigini, bu modelde opsiyon degerinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerin birbirleriyle olan etkilesimlerine bakarak açıklayabiliriz. Opsiyon degeri; S , s , X , T ve r_f parametrelerine baglidir. Bu parametrelerin birbiriyle olan etkilesimleri ise su sekildedir. $u=u(\sigma,r)$, $d=d(u)$, $p=p(u,d,r_f)$. Ayrica $d < (1+r_f) < u$ kabulü arbitraj imkaninin var olmadigi anlamına gelmektedir. (Eger $(1+r_f) < d < u$ olsaydi yatirimcılar $(1+r_f)$ oranıyla borçlanir ve borçlandıkları parayı risksiz kazanç elde etmek amacıyla yatirabilirlerdi.)

Black-Scholes modelinin kabulleri ile binom modelinin kabullerinin benzerlik göstermesi, binom modeli kullanılarak hesaplanan opsiyon degerinin belli kosullar

altında Black-Scholes modeli kullanılarak hesaplanan opsiyon değerine yakınsadığı anlamına gelmektedir. Zaman dilimi, T , yeterince uzun bir zaman dilimini ifade ediyorsa (1 yıl ve üzerinde olan süreler gibi), karar vericinin kontrolündeki keyfi bir değer olan ve zaman dilimini daha küçük periyotlara bölen adım sayısı; n , yeterince büyük belirlendiği durumlarda ($\Delta t = T/n$, $n=300$ gibi) klasik binom çarpan işlemi (multiplicative binomial process), Black-Scholes lognormal difüzyon işlemine yakınsayacaktır (Cox ve Rubinstein, 1985). Tablo 3.1’de Black-Scholes ve Binom modellerinin özellikleri ve kabulleri verilmiştir.

Tablo 3.1: Black-Sholes ve binom modellerinin özellikleri ve kabulleri

Black- Scholes	Binom Modeli
Opsiyonun vadesi boyunca temettü ödemesinde bulunmayacağı kabul edilir.	Opsiyon vadesi içerisinde temettü ödemesinde bulunabilir.
Opsiyon sadece vadesinde kullanılabilir.	Opsiyon, ömrü dahilinde herhangi bir zamanda kullanılabilir.
Nakit akisinin bağımlı olduğu varlık piyasalarda işlem görmektedir ve arbitraj fırsatları yoktur. (Risk nötral değerlendirme)	Nakit akisinin bağımlı olduğu varlık piyasalarda işlem görmektedir ve arbitraj fırsatları yoktur. (Risk nötral değerlendirme)
Getiriler lognormal dağılıma uymaktadır.	Getiriler binom dağılıma uymaktadır. (Fakat uygulamada binom modelinin parametreleri, varlığın getirilerinin lognormal dağılıma uyduğu kabul edilerek belirlenir.)
Getirilerin volatilitesi sabittir.	Getirilerin volatilitesi sabittir.
Faiz oranları belirli ve sabittir.	Faiz oranları belirli ve sabittir.
Kullanım fiyatı deterministiktir.	Kullanım fiyatı deterministiktir.
Opsiyonların alım ve satım işlemleri için bir komisyon talep edilmemektedir.	Opsiyonların alım ve satım işlemleri için bir komisyon talep edilmemektedir.
Açığa satis (short selling) yapılmasına müsaade eder.	Açığa satis yapılmasına müsaade eder.

Son olarak finans literatürü Black-Scholes modelinin reel varlık yatırımlarının değerlemesinde kullanılabileceğini güçlü bir argümana dayandırmıştır. Sermaye bütçeleme işleminde, bahis konusu olan projenin piyasada işlem görüp görmemesinden bağımsız olarak, proje piyasada işlem görüyormuş gibi projenin

yaratacağı nakit akıslarının, firmanın piyasa değerine ne şekilde bir katkıda bulunacağını önemi vurgulanmıştır (Mason ve Merton, 1985). Burada önemli olan husus, analizi yapan kişinin öznel görüşünün değerlendirme esnasında herhangi bir arbitraj imkanı oluşturmamasıdır. Aksi takdirde piyasa bu durumu düzeltecektir. Analist, yüksek sermaye maliyetleri ile projenin nakit akıslarını iskontoladığı takdirde projenin hesaplanan değeri gerçek değerinin altında olacaktır. Böyle bir durumda firma sahip olduğu gerçek değerinin altında gözükeceği için bu fırsattan yararlanmak isteyen başka bir firma, bu firmayı gerçek fiyatının altına satın alacaktır. Analist düşük sermaye maliyeti kullandığı takdirde, sermayenin fırsat maliyetini karşılayacak şekilde kazanç sağlamayan bir yatırım yapmış olacak ve sonunda batma riskiyle karşılaşacaktır.

Yukarıda yaptığımız analiz Black-Scholes ve binom modellerinin piyasada aktif olarak işlem görmeyen yatırımların değerlendirilmesinde kullanılırken hangi hususlara dikkat etmemiz gerektiğini iki modeli mukayese ederek açıklamaktadır. Sonuç olarak, Black-Scholes modelinin binom modeline göre işlemsel açıdan daha kolay bir yöntem olması, belirli bir adım sayısından sonra binom modelinin Black-Scholes tarafından ortaya konulan analitik çözüme yakınsaması, ayrıca risk-nötral davranış gibi bazı ortak varsayımları kabulleniyor olmaları, Black-Scholes modelinin binom modeline göre uygulamamız için daha elverişli bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

4. REEL OPSİYONLAR

Reel opsiyon, belirli bir zaman periyodu içinde ya da belirli bir zamanda, bir projeyi belirli bir maliyete yapma hakkıdır; fakat bu hak bir yükümlülüğe yol açmamaktadır. Reel opsiyonların tanımını finansal opsiyonların tanımıyla karşılaştırdığımızda finansal opsiyonlar sadece nakit akışının bağımlı olduğu bir varlığı satın almak ya da satmakla sınırlı iken, reel opsiyonlar için bu daha çok “birsey yapmak” olarak genelleştirilebilir. Diğer açılardan finansal ve reel opsiyonlar benzerlik göstermektedir. Reel opsiyonlar metodunda da, finansal varlıkların değerlendirilmesinde kullanılan, 1970lerin başlarında Robert Merton, Fischer Black ve Myron Scholes adlı ekonomistler tarafından geliştirilmiş, opsiyon fiyatlama modeli kullanılmaktadır.

Reel opsiyon değerlendirilmesi, fırsat ya da esneklik değerlerinin daha iyi bir şekilde kavranmasını sağlar. Yöneticiler, reel opsiyonlar metodolojisini kullanarak önceki dönemlerde olduğu gibi sadece esnekliğin değerini pasif bir şekilde belli belirsiz kavramak yerine, riskleri aktif olarak yönetme becerisine sahip olmuşlardır. Yöneticiler opsiyonları sistematik olarak saptayabilir ve bir projenin içine yerleştirebilirler. Böylece belirsizliğin olumsuz etkilerinden kaçınılırken, olumlu potansiyelinden faydalanılarak projenin değeri artırılabilir ve yatırımın gerçek değeri daha doğru anlaşılabılır.

Bir projenin finansal bir alım opsiyonu (ya da satım opsiyonu) olarak kavranması, karar vericilerin belirsizliğin yatırım kararlarında oynadığı can alıcı rolü fark etmelerine yardımcı olur. Finansal bir alım opsiyonu için, opsiyonun bina edildiği hisse senedi fiyatı ne kadar değişkenlik gösterirse, opsiyonun değeri de o kadar fazla olur ve opsiyonun canlı tutulması da daha fazla özendirici olur. Bunu opsiyondaki asimetriyle bağdaştırmak doğrudur; fiyatlar ne kadar çok yükselirse, getiri o kadar yüksek olacaktır. Bununla beraber, eğer hisse senedinin fiyatı düşerse sadece opsiyonu satın alma maliyeti kaybedilecektir.

Proje yatırım kararlarında da aynı şey geçerlidir. Bir projenin belirsizliği ne kadar çok olursa fırsatın değeri de o kadar yüksek olur ve fırsatı hemen uygulamak yerine

canli tutup beklemenin getirisi daha büyük olur. Klasik NBD metodu belirsizligi iskonto oraninin tayin edilmesi esnasinda dikkate almaktadır. Ancak reel opsiyonlar düşüncesinde belirsizlik çok daha fazla önemlidir ve metodun temelini oluşturmaktadır.

Reel opsiyonlar, yatırım kararlarında belirsizliğin oynadığı rolün anlasilmasına ek olarak, firmaların daha sistematik ve aktif bir düşünce tarzıyla hareket ederek, teknolojik bilgi, altyapı, itibar, yönetsel kaynaklar gibi sahip oldukları değerleri ve olası ölçekleme stratejileriyle piyasa pozisyonları üzerindeki opsiyonları belirlemelerine ve yönlendirmelerine yardımcı olmaktadır.

4.1 Yönetsel Esneklik ve Dagilimin Çarpıklığı

Opsiyon teorisi en temel anlamda opsiyon değerini, her bir değişkenin kendi risk ve gerçekleşme olasılığının dikkate alınmasıyla oluşan, kazançların ve maliyetlerin birbirlerinden farkı olarak tanımlamaktadır. Dolayısıyla opsiyon teorisi oluşacak kazançları ve maliyetleri hesaplarken stokastik değişkenliği de ele alan unsurlar içerdüğinden konvansiyonel NBD analizinden çok daha üstün bir değerlendirme teknigidir.

Belirsizliğin ve rekabetçi etkileşimlerin yaşandığı gerçek dünyada, piyasa ve iş koşulları günlük olarak değiştiğinden, gelecekte kazanç ve maliyetlerin kesin olarak nasıl şekilleneceğini (deterministik seviyede) söyleyemeyiz. Yatırımdan elde edilen nakit akışları büyük olasılıkla yönetimin yatırımı planlama esnasındaki beklentilerinden farklı olacaktır. Yeni bilgiler elde edildikçe ve gelecekteki nakit akışlarıyla ilgili belirsizlikler zamanla ortadan kalktıkça, yönetim çeşitli projelerden vazgeçmenin ve işletme stratejilerini yeniden gözden geçirmenin değişik seviyelerde esneklik sağlayacağını tespit edebilir. Örneğin, yönetim bir projenin geçerli olduğu zaman zarfının değişik safhalarda projeyi erteleyebilir, genişletebilir, yatırım çapını küçültebilir, projeden vazgeçebilir veya farklı safhalarda farklı şekillerde projeyi değiştirebilir.

Bir projenin NBD dağılımının birinci momenti veya ortalaması, medyanı ve modu, projenin en muhtemel değerlerinin merkeze yakınlık eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bazı analistler bunu "projenin beklenen değeri" olarak adlandırır. Dağılımın ikinci momenti ya da standart sapması, genişliği, varyansı ve dağılım

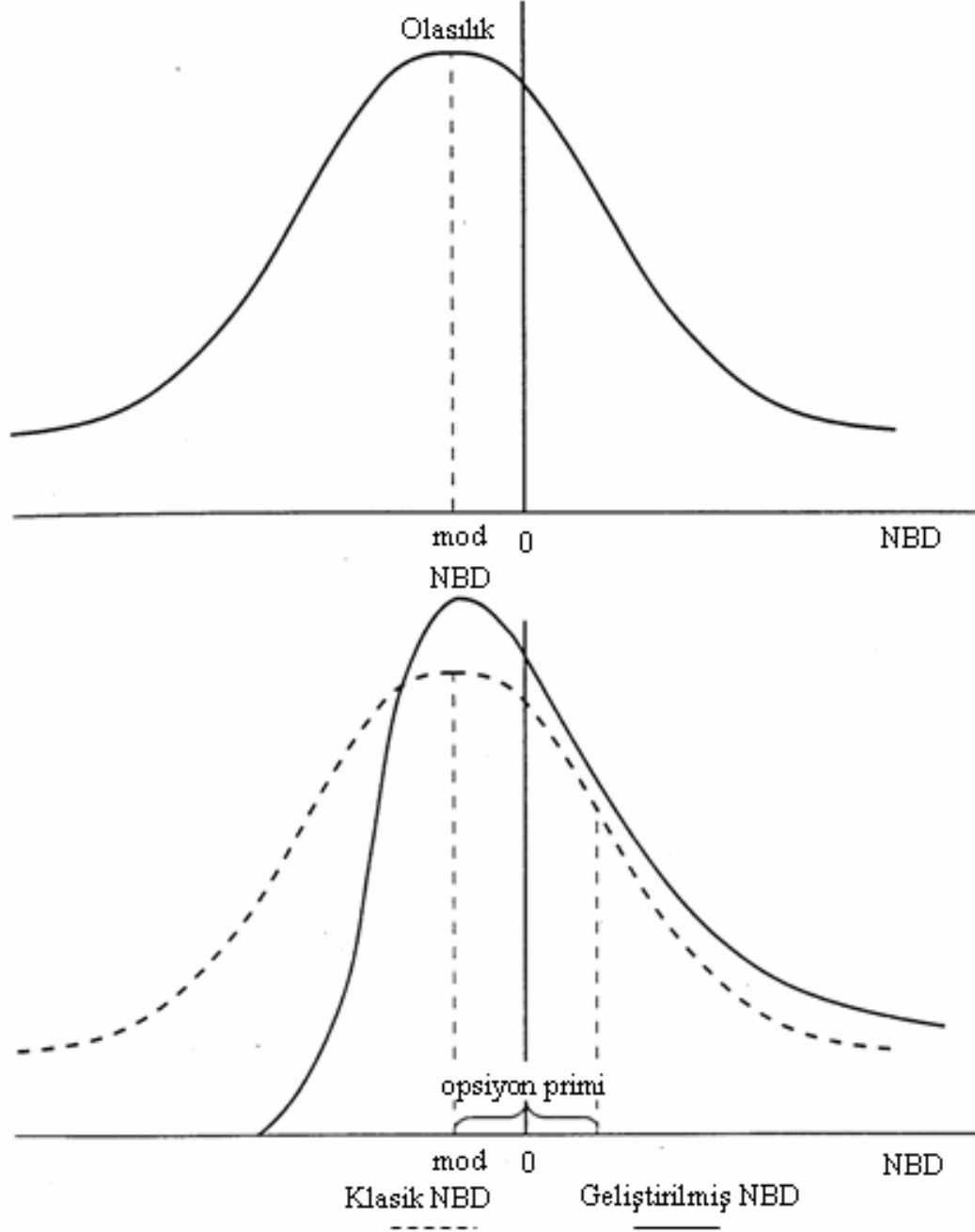
araligi projenin riskini anlatir. Genis bir dagilim araligina sahip dagilimlarda, proje degerinin alabilecegi deger araligi genis oldugundan, risklerin yüksek olması anlamına gelir.

Yönetimin gelecekte oluşabilecek koşullara bağlı olarak yatırım ile ilgili kararlarını uyarlama ve değiştirme esnekliği, yatırım fırsatının ölçülen gerçek degerinin yükselme eğilimini güçlendirip, azalma eğilimini de sınırlayarak NBD'in olasılık dagiliminin, yönetimin ilk beklentilerine göre önemli oranda bir sapma hatta asimetri ve çarpıklık göstermesine sebep olur (Sekil 4.1'e bakınız). Bu gibi yönetsel esnekliklerin yoklugunda, NBD'in olasılık dagilimi oldukça simetrik bir yapı gösterecektir ki bu durumda statik (veya pasif) NBD'in beklenen degeri (veya simetrik dagilimin ortalaması) dagiliminin modu veya muhtemel beklenen degeri ile tam anlamıyla örtüşecektir (Sekil 4.1'in üst kısmına bakınız).

Projeyi erteleme veya projeden erken vazgeçme gibi yönetsel esnekliklerin önem arz ettiği durumlarda, yönetim gelecek olaylarla ilgili öngörülmemiş olası değişikliklere, başlangıçtaki beklentilerine göre, daha iyi uyum sağlar. Bu durumda güçlendirilmiş bir yükselme eğilimi ile bir kesiklilik (truncation) ortaya çıkar ve mevcut dagilimin sağa doğru çarpiklaşmasına sebebiyet verir, dagilimin genişliğinde sağladığı daralma ile riskleri de azaltır (Mun, 2003).

Esnekliğin ve stratejik adaptasyon yeteneğinin sonucunda nakit akislerinde gözlenen asimetrik dagilim, gerçek beklenen deger dagiliminin modunu (statik veya pasif NBD'in simetrik dagiliminin modu ile aynıdır), yönetsel esnekliklerin degerini yansıtan opsiyonun sunduğu prim kadar asacaktır. Opsiyon priminin oluşumunu belirsizliğe karşı aktif yönetim ile rekabet, sinerji ve projeler arası bağımlılık gibi stratejiler tetiklemektedir. Sonuçta ortaya çıkan yeni oluşum Genisletilmiş (veya stratejik) NBD olarak adlandırılır. Buradaki "genisletilmiş" kavramı, belirsizliğe karşı işletme esnekliğinin ve stratejik adaptasyon yeteneğinin dahil edilmesi anlamını tasimaktadır. Eğer belirsizlik mevcut değilse, değişkenlik sifra yaklaşırsa, olasılık çarpanı bir e yaklaşıp ve kesin sonuçların belirlenebileceği anlamına gelmektedir. Opsiyon degerini hesaba katan denklem belirsizliğin mevcut olmadığı durumlarda NBD denklemine dönüşür. Bu durum, NBD analizinin esas olarak opsiyon analizinin belirsizlik olmadığı durumlardaki özel bir hali olduğunun göstergesidir (Trigeorgis, 1997).

Gelistirilmis (stratejik) NBD = beklenen nakit akisinin Klasik (statik, pasif veya direkt) NBD'i + opsiyon primi (rekabet, sinerji ve projeler arasi bagimlilikin etkilesimlerin ve aktif yonetimin isletme ve stratejik opsiyonlariinin degeri)



Sekil 4.1:Yönetmel esnekligin projenin NBD dagilimina olan etkisi

Opsiyon tabanlı sermaye bütçelemesinin kullanımındaki temel motivasyon, bu yöntemin opsiyon primini veya esneklik (uyum yeteneği) unsurunu kavramsallaştırma ve nicelik olarak takdir edebilme becerisinden kaynaklanır. Böylelikle, reel opsiyonlar, akrabaları finansal opsiyonlar gibi, opsiyon sahibine

proje risklerinden (düşük ikinci moment) korunma imkani tanirken beraberinde projenin finansal getirilerini (yüksek birinci moment) arttirabilme imkani sunar (Mun, 2002).

4.2 Opsiyonlar Yaklasimiyla Yatirim

Belirsizliklerin hüküm sürdüğü bir dünyada pek çok stratejik yatırım tipi reel opsiyonlar perspektifiyle analiz edilebilir. Bu anlamda yatirimlari bes farli tipe ayirabiliriz.

1. Geri-döndürülemeyen yatirimlar
2. Esneklik yatirimlari
3. Sigorta yatirimlari
4. Platform yatirimlari
5. Büyüme yatirimlari

4.2.1 Geri-döndürülemeyen Yatirimlar

Geri döndürülemeyen yatirimlar (Irreversible Investments) gerçekleştirildikten sonra kosullarin beklenildigi gibi olusmaması durumunda önemli deger kayiplarının yasanmasına neden olacaklari için daha dikkatli incelenmelidir. Reel opsiyonlar metodu kullanilarak bu tip yatirimlar incelendiginde, çoğu durum için belirsizligin önemli bir miktarı ortadan kalkana kadar yatırımın ertelenmesi gerektiği ya da yatırımın asamali olarak gerçekleştirilmesinin gerekliligi anlasilmistir.

4.2.2 Esneklik yatirimlari

Esneklik yatirimlari tasarim asamasında opsiyonlari bünyesinde toplayan yatirimlardir. Esnek bir yapıya sahip bir üretim hattı, üzerinde farklı tipteki ürünlerin imal edilmesine imkan tanır. Kullanım alanını değiştirme opsiyonu sermaye yatirimlerinin bir parçasıdır.

4.2.3 Sigorta Yatirimlari

Sigorta yatirimlari belirsizligin etki alanini azaltir. Kapasite arttirimina yönelik yatırım yapmak ani talep artisina cevap verebilecek bir yapı olusturur. Ancak bunun için firmanin katlanmasi gereken bir maliyet mevcuttur. Karar vericiler reel opsiyonlar yaklasimini kullanarak esnekligin degerini hesaplayip; degerin, maliyeti asip asmadigini kontrol ederek, yatırım kararini alabilirler.

4.2.4 Platform yatirimlari

Platform yatirimlari, kendini takiben deger yaratacak diger yatırım fırsatlarini olusturan bir yatırım tipidir. Yöneticiler reel opsiyonlar yöntemini kullanarak bir projeler portföyü olusturup, portföyün degerini azami seviyesine çıkartabilir, yüksek-risk-yüksek-getiri ve düşük-risk-düşük-getiri projeleriyle portföyü dengeleyebilir ve projeleri firmanin stratejileri dogrultusunda belirli bir siraya koyabilirler.

4.2.5 Büyüme Yatirimlari

Büyüme yatirimlari baska türlü elde edilmesi mümkün olmayan bilginin elde edilmesi için kullanilir. Örneğin, petrol arastirmasi bir büyüme yatirimidir; çünkü jeolojik bilgi ortaya koyarak çıkartilabilecek petrol rezervinin arttirilmasina olanak saglar.

4.3 Reel Opsiyon Tipleri

Reel opsiyonlar içerdikleri esneklik tipine göre alti kategoride incelenebilir. Bunlar erteleme opsiyonu, büyüme opsiyonu, kademeli yatırım opsiyonu, mevcut kapasiteyi degistirme opsiyonu, kullanimi degistirme opsiyonu ve vazgeçme opsiyonudur. Tablo 4.1’de reel opsiyon tipleri özetlenmistir. Gerçek hayattaki projelerde bu opsiyonların birarada varolmasi mümkündür. Böyle bir durumda projenin toplam degeri reel opsiyonların degerlerinin toplamından farklıdır, bunun nedeni reel opsiyonların birbirleriyle olan karşilikli etkilesimleridir.

Bazi opsiyonlar bir yatırımın bünyesinde dogal bir şekilde olusurken (örn. erteleme, daraltma/küçültme, durdurma ya da vazgeçme gibi); bazi opsiyonlar da ek maliyetler üstlenilerek yatırıma planli bir şekilde (genisletme/büyüme, kullanimi degistirme, kademeli olarak yapma) dahil edilebilir.

4.3.1 Erteleme Opsiyonu

Yönetim, değerli arazilerin ya da kaynakların leasing sözleşmesini (ya da satın alma opsiyonunu) elinde tutarak, inşaat yapmak ya da fabrika kurmak için üretim fiyatlarının bu maliyetleri karşılayıp karşılamayacağını görmek amacıyla beklemeyi tercih edebilir. Erteleme opsiyonu, doğal kaynakların çıkartılmasına dayanan sektörler basta olmak üzere, gayrimenkul, ürün geliştirme, çiftçilik, kâğıt üretimi gibi çok farklı alanda kullanılabilir.

4.3.2 Büyüme Opsiyonu

Platform yatırımları (örn. stratejik satınalmalar, bilgi ağı/altyapısı oluşturulması) kendisini takip eden ve gelecekte büyüme fırsatları oluşturabilecek yatırımların gerçekleşme opsiyonlarını etkiler. Büyüme opsiyonu, özellikle ileri teknoloji ürünlerinin üretildiği sektörlerde, ARGE'nin ve/veya alt yapının stratejik değeri taşıdığı sektörlerde kullanım alanı bulmaktadır.

4.3.3 Kademeli Yatırım Opsiyonu

Yatırımın masraflar serisi olarak kademelendirilmesi, pazardan olumsuz bilgiler geldiği takdirde yatırımdan vazgeçme opsiyonunu yaratır. Her kademe kendisini takip eden kademelerin değeri üzerindeki bir opsiyon olarak görülebilir ve bileşik opsiyon (compound option) olarak değerlendirilir. Kademeli yatırım opsiyonu eczacılık gibi ARGE'ye dayanan her türlü sektörde, enerji santrali inşaatı gibi uzun soluklu ve yüksek sermayeli projelerde kullanım alanı bulmaktadır.

4.3.4 Mevcut Kapasiteyi Degistirme Opsiyonu

Eğer gerçekleşen piyasa koşulları beklenenden daha olumluysa şirket üretim ölçeğini genişletebilir ya da kaynak kullanımını hızlandırabilir. Bunun aksine, eğer gerçekleşen koşullar beklenenin altındaysa, operasyonların ölçeğini daraltabilir. Olaganüstü durumlarda üretim durdurulabilir ya da yeniden başlatılabilir. Mevcut kapasiteyi degistirme opsiyonu maden işletmeleri gibi doğal kaynak sektörlerinde, dönemsel üretim yapan sektörlerde kullanım alanı bulmaktadır.

4.3.5 Kullanımı Degistirme Opsiyonu

Yönetim fiyata ya da talebe bağlı olarak tesisin ürün yelpazesini degistirebilir ("ürün esnekliği"). Alternatif olarak farklı tip girdiler kullanılarak aynı ürünleri imal edebilir

(“proses esnekligi”). Kullanimi degistirme opsiyonu ürün esnekliginin saglanması gereken düşük miktarlarda satılan ya da talep oranı degışken olan her tür ürünün imal edildiğı sektörlerde, girdi esnekliginin saglanması gereken hammadde bağımlı bütün sektörlerde önemli uygulama alanları bulmaktadır.

4.3.6 Vazgeçme Opsiyonu

Eğer piyasa koşulları önemli bir düşüş eğilimi içindeyse, yönetim bu alandaki operasyonlarını kalıcı olarak sonlandırabilir ve paraya çevrilebilir varlıkları ikinci el piyasalarında satabilir. Vazgeçme opsiyonları hava tasımacılığı ve raylı tasımacılık gibi sermaye duyarlı sektörlerde, finansal hizmet sektöründe, belirsizliğin hakim olduğu bir pazara yeni bir ürün arzı gerçekleştirildiğinde kullanılabilir.

Tablo 4.1: Reel opsiyon tipleri

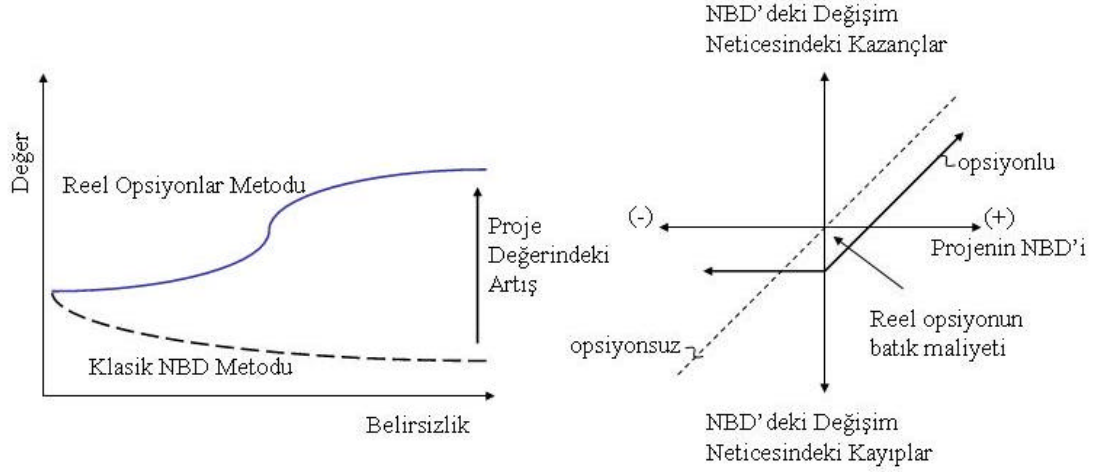
Opsiyon Tipi	Tanımı
Erteleme	İyi koşullar oluşacak mı sorusuna cevap buluncaya kadar beklemek. Yatırım kararının ileriki bir tarihe ertelenebildiği durumlarda mevcuttur.
Büyüme	İliskili fırsatlardan gelecekte faydalanma imkanını kazanmak. Bu opsiyonu canlı tutmak için firmanın ön yatırım yapma zorunluluğu vardır.
Kademeli Yatırım	Projenin parça parça hayata geçirilmesi ve olumsuz bir durum oluştugunda kalan parçalar gerçekleştirilmeksizin projenin terk edilmesi.
Mevcut Kapasiteyi Degistirme	Piyasa şartlarına göre mevcut işletme kapasitesini azaltmak veya arttırmak suretiyle bu yeni ve geçici duruma adaptasyon sağlanması.
Kullanımı Degistirme	Degışken iş yapma maliyetlerine bağlı olarak alternatif teknolojileri kullanmak.
Vazgeçme	Piyasa şartları kötüye gitmesi durumunda projenin terk edilerek ikinci el (salvage) değerinin ya da fırsat maliyetinin elde edilmesi.

4.4 Reel Opsiyonlar ve Net Bugünkü Deger Metotlarının Karsilastirilmesi

“Reel opsiyonlari degerleme metodolojisi, yatirimın aktif yönetim yaklasimi ile yönetilmesini saglamaktadır. Aktif yönetim sayesinde belirsizliğin çözülmesiyle olusacak olasi kötü sonuçlardan kaçınma ve iyi sonuçlardan faydalanma imkani bulan yöneticiler, yatirimdan saglanan getiriye azami seviyeye çekebilirler. Bunun özünde yatan olgu su sekilde açıklanabilir. Yönetimin rasyonel kararları, olasi sonuçların dagilimini artis gösterecek sekilde çarpitirken, düşüş gösterme potansiyelini en asagi seviyeye indirir. Reel opsiyonlar belirsizlige, olasi farklı sonuçları ve stratejik karar-verme esnekliğini dikkate alarak, bir deger biçer. Dolayısıyla, belirsizlik dikkate alınarak hesaplanan bir projenin degeri, klasik yöntemlerle hesaplanmış degerinin üzerinde olmaktadır. Reel opsiyonlar metodu, yönetsel esnekliğin mevcut olması halinde, özellikle yüksek risk taşıyan yatırım stratejilerinin karara bağlanması için kullanışli bir metottur.” (de Neufville ve Neely, 2001)

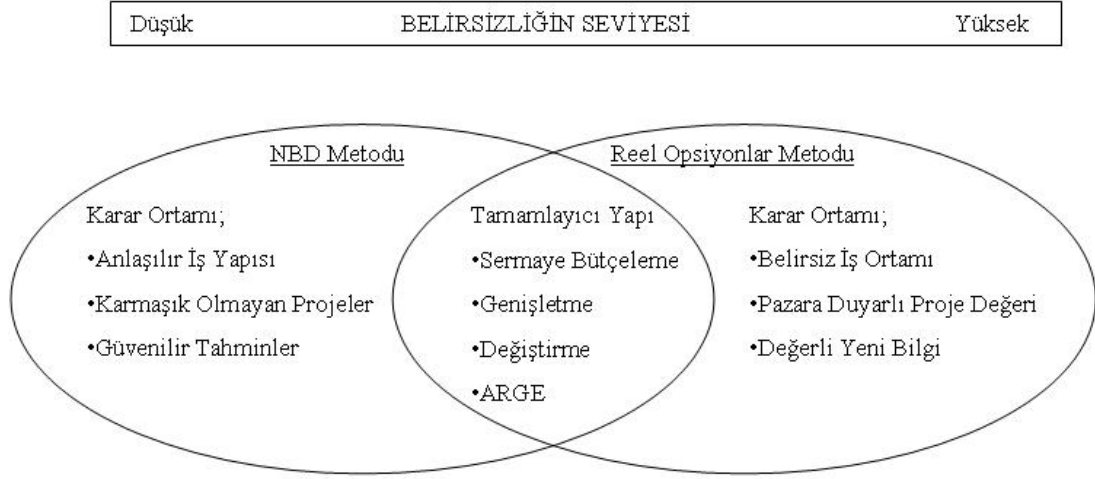
Yukarıdaki paragraftan da anlaşılabacağı gibi klasik NBD metodu, esnekliğin projenin degerine katacağı katma degeri göz ardı etmektedir. Klasik NBD metodu, yatirimi “ya şimdi ya da hiçbir zaman” kuralına göre karara bağlar. Diğer bir deyişle, şirketin yatirimi şimdi gerçekleştirmemesi durumunda, varolan fırsatın sonsuza dek kaybedileceğini varsayar. Klasik NBD metodu önemli bir gerçeği dikkate almamaktadır. Neredeyse tüm sektörlerde işletme kararları, firmanın pazardaki rekabetçi pozisyonunu korumak adına, mümkün olduğunca esnek bir sekilde alınmaya çalışılmaktadır. Bu da yatirimlarda reel opsiyonların olusmasına sebep olmaktadır.

Sekil 4.2’de yukarıda bahsedilen bu durum izah edilmistir. Soldaki diyagramda belirsizlikteki artisın yatirimda deger kaybına neden olacağını savunan klasik yaklasım ve belirsizliğin artmasıyla yatirimın deger kazanacağını savunan reel opsiyon yaklasimi gösterilmistir. Diyagramın sagında bulunan koyu çizgiyle ise kazanma potansiyelini korurken, kayıpları mümkün olduğu kadar düşük seviyede tutan opsiyonun sagladığı katma deger belirtilmistir. Bu diyagramdaki kesikli çizgiler ise opsiyonların yatırım kararına dahil edilmediği takdirde potansiyel kayıplara maruz kalma oranının ne sekilde arttığını göstermektedir. Opsiyonların finansal riskleri azaltmada oynadığı önemli rol Sekil 4.2’de net olarak görülmektedir.



Sekil 4.2: Reel opsiyonlar ile klasik NBD'in getirileri arasındaki fark

Bununla beraber, reel opsiyonlar metodu, şimdiye kadar var olan tekniklerin tamamen yerini alacak bir yatırım değerlendirme aracı olarak görülmemelidir. Miller ve Park (2002), NBD metodu ve reel opsiyonlar metodunun karar verme aşamasında birbirini tamamlayan araçlar olarak düşünülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Klasik NBD teknikleri aşağıda belirtilen koşulları sağlayan yatırımların değerlendirilmesinde kullanılmalıdır. Bu koşulların sağlanmadığı durumlarda ise reel opsiyonlar tekniği kullanılmalıdır. Klasik metodlar ilimli, istikrarlı ve seffaf iş yapısına sahip, karmaşık olmayan ve güvenilir tahminlerde bulunulmasına imkan tanıyan yatırımların değerlendirilmesinde kullanılmalıdır. Reel opsiyonlar metodu ise, yeni bilgilerin değer katacağı belirsizlik taşıyan yatırımların karara bağlanmasında kullanılmalıdır. Dolayısıyla, varolan projeleri erteleme, büyütme ya da projeden vazgeçme stratejilerinin aktif olarak yönetilmesi anlamında faydalıdır. Reel opsiyonlar analiz tekniğiyle opsiyon değerlemenin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan girdiler, klasik NBD analiz tekniği uygulanarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, öncelikli olarak yine de klasik NBD metodu kullanılmalıdır. Bunu takiben daha derinlemesine analiz yapma imkanı sunan reel opsiyonlar metodu uygulanmalıdır. Şekil 4.3'de Reel opsiyonlar metodunun ve klasik NBD metodunun birbirini tamamlayan doğası sematik olarak gösterilmiştir.



Sekil 4.3: Reel opsiyonlar ve klasik NBD’in birbirlerini tamamlayan yapıları

Lint ve Pennings (2001), reel opsiyonlar metodu ile NBD metodunun birbirlerini tamamlayıcı bir yapıda olduğu düşüncesine katılmaktadırlar. Yeni bir ürünün geliştirilme sürecini analiz eden Lint ve Pennings projeleri dört ayrı kategoride incelemişlerdir.

Kategori 1 – Yüksek getirili ve düşük volatiliteli projeler. Bu kategoriye giren projeler yöneticilere arzuladıkları ideal karar verme ortamını sunmaktadır. Klasik NBD metodu uygulanmalıdır ve projeler mümkün olduğu kadar çabuk gerçekleştirilmelidir.

Kategori 2 – Düşük getiri beklentisi ve düşük volatilitesi olan projeler. Klasik NBD metodu uygulanmalıdır ve projeler mümkün olduğu kadar çabuk terk edilmelidir.

Kategori 3 – Yüksek getiri ve yüksek volatilitelik beklentisi olan projeler. Bu tür projeler günümüzün teknoloji yatırımlarının ve rekabetin güçlü olduğu piyasalardaki yatırımların tipik örnekleridir. Riski değerlendirme için reel opsiyonlar metodu kullanılmalıdır ve kararlar yeni bilgiler elde edildiğinde verilmelidir.

Kategori 4 – Düşük getiri ve yüksek volatilitelik beklentisi olan projeler. Üçüncü kategoride olduğu gibi reel opsiyonlar metodu kullanılmalıdır ve bu tür projeler sadece olumlu gelişmeler oluştugu takdirde gerçekleştirilmelidir.

Reel opsiyonlar metodu ve NBD metodunun birbirlerini tamamlayan yapılarına rağmen, reel opsiyonlar metodu bazı ek faydalar sağlamaktadır. Kogut ve Kulatilaka’nın (1994) belirttiği gibi, son yüzyılda oluşan kar odaklı pazar unsurlarının dikkate alınması, firmaların kısa vadede kar sağlayacak yatırımlara

yönelmelerine sebep olmuştur. Dolayısıyla firmalar kısa vadede yatırımın sağlayacağı değeri hesaplayan analiz tekniklerini kullanarak stratejilerini belirler hale gelmişlerdir. Halbuki reel opsiyonlar metodu aynı zamanda firmalara yeni atılım imkanları sunan stratejik bir araçtır. Diğer bir deyişle, (Copeland ve Kennan, 1998a, 1998b), firmalar platform yatırımlarını uzun vadeli stratejik birliktelikler gibi (altyapıyı yap ve yeni bilgi için bekle), karlılık kriterini ilk siraya koymadan, değerlendirirlerse, firmaya uzun vadede karlı yeni pazarlar yaratabilirler.

Reel opsiyonlar, belirsizlik içeren durumları değerlemek için, piyasa şartlarını baz alan tarafsız bir bakış açisi sunmaktadır. Bu sayede karar verme sürecine analistin öznel görüşlerinin etki etmesine müsaade etmemektedir. Modelleme perspektifinden bakıldığında, NBD gelecekteki riskli nakit akışlarının bugünkü değerini hesaplamak için bir risk uyarlı iskonto oranına ihtiyaç duymaktadır. Uygun iskonto oranının ne şekilde belirlenmesi gerektiği ise tartışma konusudur. Öte yandan, reel opsiyonlar metodu yatırım değerlendirme aşamasında risk uyarlı iskonto oranına ihtiyaç duymaz, nakit akışlarını risksiz getiri oranıyla iskonto eder. Ayrıca talebe bağlı üretimden ve çarpık ölçek ekonomisinden kaynaklanan, asimetric ya da dogrusal olmayan getiri fonksiyonunun, değerlemesine imkan tanır (Miller ve Park, 2002).

4.5 Reel Opsiyonlar ile Finansal Opsiyonların Karşılaştırılması

Finansal opsiyonlar yaklaşık otuz yıldan beri riskin olumsuz tarafından korunma amacıyla piyasalarda işlem görmektedir. Bunun yanında reel opsiyonlar ise geçtiğimiz son on yıllık süre zarfında firmalarda yatırım kararlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaya başlamıştır.

Tablo 4.2’de bu iki tip opsiyonun değerini etkileyen opsiyon değişkenlerinin neler olduğu ve aralarındaki farklar belirtilmiştir. Bölümün devamında ise reel opsiyonlar ve finansal opsiyonlar arasındaki kavramsal farklılıklar derinlemesine irdelenmektedir. Bu anlamda konuyu yedi ana başlıkta inceleyebiliriz:

1. Varlığın takip ettiği stokastik hareket,
2. Varlığın piyasada işlem görmesi,
3. Uygun iskonto oranı, risk ve volatilité,
4. Kullanım fiyatı ve tarihi,
5. Dividant ödemesi,

6. Bilesik opsiyonlar ve paralel opsiyonlar,
7. Firmaya özel opsiyonlar.

4.5.1 Varlığın Takip Ettiği Stokastik Hareket

Reel opsiyonu değerlemede Black-Scholes ya da binom modelini kullanmak için nakit akisinin bağlı olduğu varlığın, hisse senedinde olduğu gibi Geometrik Brownian Hareket'e uygun hareket etmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleşmediği durumlarda da opsiyon düşüncesi uygulanabilir. Opsiyon düşüncesi tam anlamıyla finansal opsiyonlarla benzesmek zorunda değildir. Bunun özünde opsiyonun bir mal ya da proje üzerinde bir yükümlülüğe girmeden alıcısına bir hak sunması yatmaktadır. Varlığın nakit akıslarının takip ettiği bir stokastik işlem belirlenebilirse, opsiyonu değerlemek için bu stokastik işlemi ifade eden bir matematiksel model oluşturulabilir (Geometrik Brownian Hareket kabulüne dayanan opsiyon değerini elde etmek için Black-Scholes modelinin kullanılması gibi) ya da simülasyonla değerlendirme yoluna gidilebilir.

4.5.2 Varlığın Piyasada İşlem Görmesi

Opsiyon fiyatlama, etkin bir piyasada işlem gören bir menkul kıymetin satın alınmasını ve satılmasını kapsar. Ancak, reel varlık yatırımları çoğunlukla piyasada işlem görmemektedir. Dolayısıyla reel varlık yatırımları için opsiyon fiyatlama yönteminin uygulanabilirliğini sağlamak amacıyla bazı kabuller geliştirilmiştir.

Trigeorgis (1996), reel varlığın değeri ile arasında mükemmel bir korelasyon bulunan ve piyasada işlem gören bir ikiz menkul kıymetin (traded twin security) belirlenmesi gerektiğini savunmaktadır. Uygulamada bu tip bir menkul kıymeti tespit etmek zordur ya da en azından pratik değildir. Bu nedenle mükemmel olmasa dahi, reel varlığın değeri ile arasında yüksek korelasyon bulunan bir ikiz menkul kıymetin seçilmesi, opsiyon değerinin hesaplanması için tavsiye edilir, ancak sonuçlar oldukça dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Pratikte ikiz menkul kıymet yaklaşımı üç senaryo için etkin bir şekilde uygulanabilir.

Tablo 4.2: Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonların mukayesesi

Opsiyon Degiskenleri	Finansal Opsiyonların Karakteristikleri	Reel Opsiyonların Karakteristikleri
Varlığın Değeri (S)	Hisse senedi fiyatı piyasa tarafından belirlenir ve eksi olamaz.	Projenin değeri kesin olarak belirlenemez, eksi olabilir. Projenin ömrü boyunca oluşan nakit akıslarının bugünkü değerine bağlıdır.
Kullanım Fiyatı (X)	Kullanma Fiyatı. Tek, önceden belirlenmiş ödeme.	Uzun bir zaman dilimine yayılı belirsiz ödeme.
Opsiyonun Ömrü (t)	Kullanma tarihine kalan süre. Önceden belirlenmiştir ve çoğunlukla kısa sürelidir.	Yatırım yapma olanagının ortadan kalkmasına kalan süre. Ömrü çoğunlukla 2 – 5 sene arasında değişir. Bazı yatırımlarda opsiyonun ömrü değişen piyasa koşullarına bağlı olarak uzatılabilir.
Volatilite (s)	Yıllık bazda hisse senedi getirisindeki standart sapmalar. Volatilite opsiyonun ömrü boyunca artabilir ya da azalabilir. Volatilite, hisse senedi değerinin varyansı kullanılarak tahmin edilebilir.	Yıllık bazda proje nakit akıslarındaki standart sapmalar. Projelerde zaman ilerledikçe volatilite giderek azalma eğilimindedir. Firmanın kendi proje verilerinden ya da diğer firmaların benzer projelerinden yararlanılarak tahmin edilebilir.
Risksiz Getiri Oranı (r)	Faiz oranlarındaki artış gelecekteki kar payı ödemelerinin bugünkü değerini azaltır fakat varlığın beklenen büyüme oranını artırır.	Faiz oranlarındaki artış gelecekteki nakit akıslarının bugünkü değerini azaltır fakat yatırımı gerçekleştirmek için beklemenin değerini artırır.
Dividant (d)	Hissedarlara yapılan düzenli ödemeler.	Opsiyonu canlı tutmak için katlanılan maliyet ya da yatırımın ertelenmesi nedeniyle yatırımı daha önce yapan rakip firmalara kaptırılan nakit akıslarıdır.

1. Altın ve petrol gibi vadeli işlem piyasalarında aktif olarak işlem gören doğal kaynaklara ait yatırım kararlarının alınmasında;
2. Firmanın, piyasada hisse senedi işlem gören ve benzer riskleri taşıyan diğer firmaları belirleyerek, bünyesindeki belli bir bölümü değerlemesinde;
3. Firmanın gerçekleştirdiği projenin firmanın piyasa değerine belirgin bir katkıda bulunması durumunda, firmanın kendi hisse senedi ikiz menkul kıymet olarak seçilebilir.

Yukarıda belirtilen senaryolara benzerlik göstermeyen reel varlık yatırımları için aşağıdaki varsayımlar dikkate alınarak opsiyon değerlendirilebilir.

Mason ve Merton (1985), projenin piyasada işlem görüyormuş gibi ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Sermaye bütçeleme işleminde, bahis konusu olan projenin piyasada işlem görüp görmemesinden bağımsız olarak, proje piyasada işlem görüyormuş gibi projenin yaratacağı nakit akışlarının, firmanın piyasa değerine ne şekilde bir katkıda bulunacağının önemi vurgulanmıştır.

Copeland ve Antikarov (2001), 'Piyasa Varlık Yadsıması' (Marketed Asset Disclaimer) savını ortaya koymuslardır. İkiz menkul kıymet ve Mason-Merton savının altında yatan unsurları birleştiren Piyasa Varlık Yadsıması savı, reel varlık değerinin piyasada işlem gördüğü takdirde olduğu gibi reel varlığın en iyi önyargısız piyasa değeri tahmini (best unbiased estimate of the market value) olduğunu ve mükemmel olarak kendisiyle korelasyon içinde olduğunu belirtir. Bu iki varsayım, reel varlık değerinin, opsiyonun fiyatlanması amacıyla, bir menkul kıymet olarak kullanılabileceğini önermektedirler.

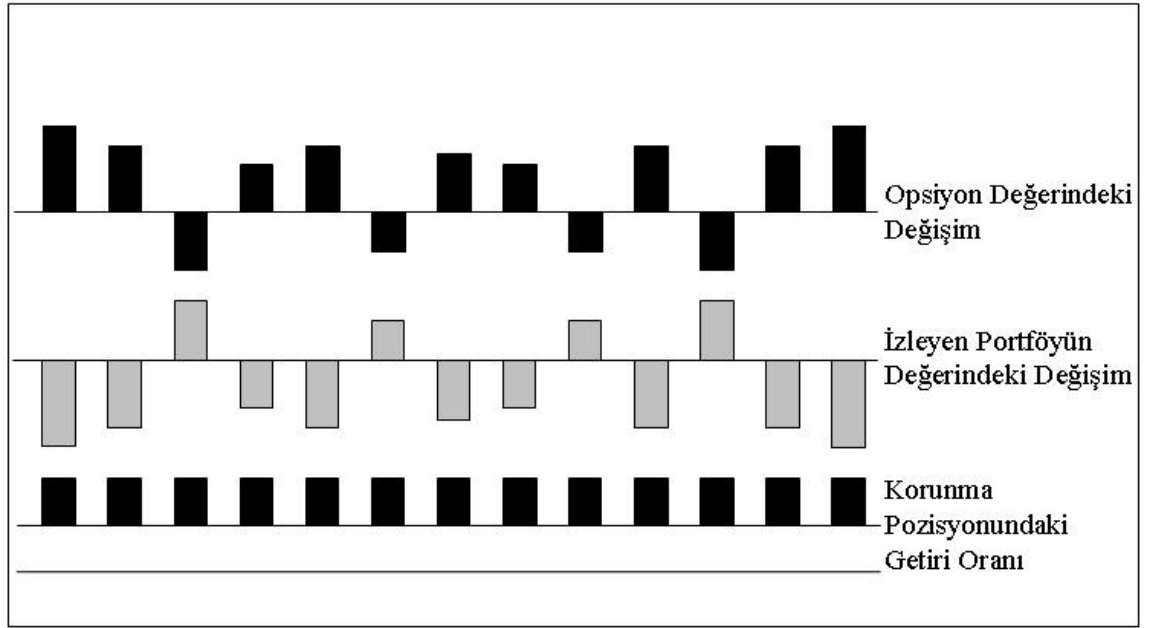
Reel opsiyonlar ile finansal opsiyonlar arasındaki diğer bir fark da opsiyon sahibinin nakit akışının bağlı olduğu varlığa olan etkisidir. Reel opsiyonlarda varlığın değerini değiştirmek opsiyon sahibinin gücü dahilindedir, finansal opsiyon sahibinin böyle bir gücü yoktur, örneğin hisse senedinin fiyatını etkileyemez. Reel opsiyonlarda, nakit akışının bağlı olduğu varlık üzerinde yönetim tam bir kontrole sahiptir. Bu nedenle yönetimin hareketleri varlığın değerini ciddi anlamda etkileyebilir (Copeland ve Kennan, 1998a, 1998b). Nedeni ister yönetimin eylemleri olsun ister belirsizliğin artması olsun, nakit akışının bağlı olduğu varlığın değeri yükseldikçe, opsiyonun değeri de artacaktır.

4.5.3 Uygun Iskonto Oranı, Risk ve Volatilite

Opsiyonun bünyesinde barındırdığı risklerden korunmak için risksiz bono ve piyasada işlem gören bir varlıktan oluşan bir eslenik portföye (replicating portfolio) gereksinim duyulur. Eslenik portföyün sunduğu çeşitlendirme sayesinde opsiyon riskten arındırıldığı için, opsiyonu değerlemede kullanılan iskonto oranı risksiz faiz oranı olmalıdır.

Risksiz faiz oranı ile opsiyon değerinin iskonto edilmesinin temelinde Black-Scholes'un yeni ufuklar açan çalışması yatmaktadır. Çalışmalarında izleyen portföy (tracking portfolio) kavramını ortaya atan ikili, piyasada işlem gören menkul kıymetlerden oluşan ve opsiyonla aynı getiriyi sağlayan bir portföy oluşturmışlardır. Tek Fiyat Kanunu, gelecekteki aynı getiriyi sağlayan iki varlığın bugünkü değerlerinin de aynı olacağını söyler. Opsiyon değerlendirme modeli, dinamik izleme (dynamic tracking) yaklaşımı ile arbitraj imkanının var olmadığı görüşüne sadık kalarak, opsiyon değerinin, hisse senedi fiyatı artışı gösterdikçe artışı gösteren portföy değeriyle eşit olmasını sağlamaktadır.

Sekil 4.4'te dinamik izlemenin opsiyon değerlendirme nasıl kullanıldığı gösterilmektedir. Opsiyon getirilerinin bilindiğini ve kısa zaman aralığında opsiyon değerindeki değişikliği tamamen taklit edebilen bir izleyen portföy oluşturulduğunu varsayalım. Opsiyon ve izleyen portföy birbirlerini dengeleyecek bir şekilde birleştirilerek riskten korunmalı bir pozisyon sağlanabilir. Nakit akışının bağlı olduğu varlığın değerinde bir değişim olduğunu varsayalım. Opsiyon ve izleyen portföy birbirlerini dengeledikleri için, opsiyon değerindeki değişiklik ile izleyen portföyün değerindeki değişiklik birbirine eşit olacaktır. Sonuç olarak, korunmalı pozisyonun değeri, varlığın değerindeki dalgalanmalardan etkilenmeyecektir. Korunmalı pozisyonu etkileyebilecek başka bir belirsizlik kaynağı yoktur. Dolayısıyla korunmalı pozisyonun sağlanması gereken getiri oranı, risksiz getiri oranıdır. Dinamik izleme, opsiyon ve izleyen portföy arasında olası bir arbitraj fırsatının oluşumunu engellemekte ve izleyen portföyün kompozisyonunu güncelleyerek risksiz getiri oranının kazanılmasını sağlamaktadır (Amran ve Kulatilaka, 1999).



Sekil 4.4: Dinamik izleme

Genellikle yukarıdaki yaklaşım finansal opsiyon fiyatlaması için uygun bir yaklaşımdır. Ancak piyasada aktif olarak işlem görmeyen reel varlık opsiyonların fiyatlamasında bu yaklaşımın kullanılması ile ilgili bazı kaygılar mevcuttur. Aşağıdaki konuyla ilgili literatürdeki görüşler özetlemektedir.

Trigeorgis, Mason ile Metron ve Copeland`in varlığın işlem görmesi hususundaki varsayımları dikkate alındığında reel opsiyon değerlemesinin, finansal opsiyon değerlemesi gibi yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle iskonto oranı olarak risksiz faiz oranı kullanılmalıdır. Standart opsiyon teorisi, opsiyon değerini etkileyen diğer parametreler sabit iken, yüksek iskonto oranının hem projenin gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerini hem de opsiyonun uygulanması için üstlenilmesi gereken nakit harcamaların bugünkü değerini düşürdüğünü belirtmektedir. Her zaman olmasa da genel olarak, yüksek faiz oranına bağlı olarak gerçekleşen bu iki durumun büyüme opsiyonuna olan net etkisi, değerini arttırma yönündedir (Buckley, 1998). Bu görüşün aksine Hevert ve diğ. (1998), bir büyüme opsiyonu üzerinde enflasyonun risksiz iskonto oranı üzerindeki etkisini, araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda enflasyondaki artışın, iskonto oranındaki yükselmeye rağmen opsiyon değerini düşürdüğü gözlenmiştir.

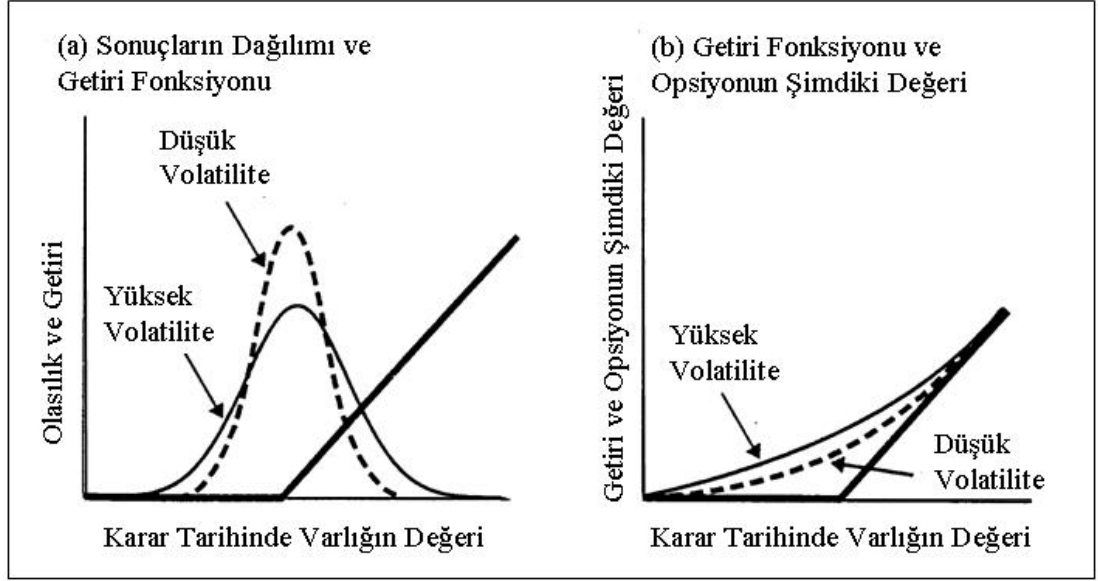
Opsiyonun taşıdığı riskler özel ve piyasa riski olarak ikiye ayrılabilir. Özel riskler, ekipman hataları ve laboratuvar zorlukları gibi firmaya özgü risklerdir. Piyasa riskleri

ekonomiyle ilintilidir ve talebi, rekabete dayali fiyatlama unsurlarini ve makroekonomik etkenleri kapsar. Standart finansal portföy teorisine göre bütün özel (ya da sistematik olmayan) riskler uygun çeşitlendirmeye azaltılabilir. Dolayısıyla karar vericinin dikkate alması gereken risk sadece piyasa (ya da sistematik) riskidir. Özel risk, portföy çeşitlendirmesiyle oldukça düşük bir seviyeye çekilebileceği ve piyasa riski opsiyonun eslenik portföyü belirlenerek ortadan kaldırılabilmesi için, reel varlık yatırımlarını iskonto etmek için kullanılması gereken uygun oran risksiz faiz oranıdır.

Smith ve Nau (1995), özel ve piyasa riskleri için alternatif bir yorum önermişlerdir. Çalışmalarında yüksek piyasa riskinin proje değerini arttırdığını, yüksek özel riskin ise proje değerini azalttığını ifade etmişler ve toplam opsiyon değerinin bu şartlar altında özel riskin piyasa riskine oranına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Volatilité, diğer bir deyişle toplam risk, opsiyon değerini etkileyen kritik öneme sahip bir belirleyicidir. Şekil 4.5`de toplam riskteki artışın bir opsiyonun değerini nasıl arttırdığı gösterilmektedir. Şekil 4.5a`da getiri fonksiyonu, gerçekleştirilecek iki sonucun dağılımını göstermektedir. Volatilité yüksek olduğunda getirilerin dağılımı geniş olmaktadır. Volatilité arttıkça, Şekil 4.5b`de görüldüğü gibi, opsiyonun değeri daha yüksek olacaktır. Çarpık getiri fonksiyonu volatilitenin etkisinin tek yönlü olarak gerçekleşmesine neden olmaktadır. Yüksek volatilité, hem kötü getiri şansını hem de iyi getiri şansını artırır. Fakat olayların olumsuz gerçekleşmesi durumunda kayıplar sınırlı iken olayların olumlu gelişmesi durumunda yüksek katma değer yaratacaktır.

Reel varlık yatırımları piyasada aktif olarak işlem görmediği için sahip olduğu volatilitenin ne şekilde belirlenmesi gerektiği reel opsiyon uygulamaları için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Volatilitenin uygun bir şekilde belirlenebilmesi için geçmişten gelen verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Halbuki bu tip veriler mevcut olmadığı için reel varlık yatırımlarının volatilitelerinin tahmin edilmesi neredeyse imkansızdır. Buna rağmen, bazı durumlarda reel opsiyon değerlemesi ile elde edilen stratejik yönetsel içerik belirli kantitatif bir değerden daha önemli olmaktadır (Miller ve Park, 2002).



Sekil 4.5: Toplam risk ve opsiyon değeri

Luehrman (1998), volatilitenin belirlenmesi amacıyla üç yaklaşım önermektedir. İlk yaklaşım uzman görüşü sahibi bir karar vericinin bir tahminde bulunmasıdır. Bu amaçla volatilité %30 ve % 60 arasındaki dilimde incelenir ve en uygun seviye belirlenmeye çalışılır. İkinci yaklaşım, aynı ya da ilgili sektörlerdeki yatırım getirilerinin geçmiş verilerini analiz ederek bir sonuca varmaktır. Son yaklaşım ise projenin gelecekteki nakit akışının simülasyonunu yapmaktır. Monte Carlo simülasyon tekniği kullanılarak proje getirileri için bir olasılık dağılımı yapay bir şekilde oluşturularak buna dayanan nakit akışları üretilebilir. Copeland ve Antikarov (2001) volatilitéyi etkileyen değişkenlerin stokastik özelliklerinin tahmin edilmesi amacıyla Monte Carlo simülasyonun kullanılmasını öneren ilk araştırmacılar.

4.5.4 Kullanım Fiyatı ve Tarihi

Kullanım fiyatı, opsiyonu uygulamak için yatırılan paranın miktarıdır. Bir finansal opsiyon için kullanım fiyatı opsiyonu satın almak için ödenmesi gereken fiyattır. Bir reel opsiyonda ise genelde yatırıma opsiyon kazandıran esneklik maliyetidir (örneğin iki farklı tip ürünün imalatında kullanılabilecek esnek bir üretim hattının kurulumu; değiştirme opsiyonu ya da bünyesinde başka fırsatlar barındıran belirli bir projenin yapılması için gerekli olan yatırım; büyüme opsiyonu). Kullanım fiyatı yükseldikçe opsiyon değeri azalır, çünkü bu esnekliğe sahip olmak için ödenen bedelin daha yüksek olması anlamına gelir.

Reel opsiyonlarda kullanım tarihleri önceden bilinemez. Diğer bir reel opsiyonun kullanımına ya da özel riskin veya piyasa riskinin çözülmesine bağlı olabilir. Dolayısıyla bu uzun süreç neticesinde hemen kullanılmayabilir. Bunun aksine finansal opsiyon sözleşmelerinde dikte edilen bir kullanım tarihi vardır ve her an kullanılabilir. Bir reel varlık yatırımının aşamaları net bir şekilde tanımlanamadığı için değerlendirme esnasında dikkate alınacak doğru kullanım tarihinin ne olması gerektiği bilinemeyebilir. Piyasadaki rekabet, teknolojiye gelişmeler ve firmaya özel riskler opsiyonun ideal kullanım zamanlamasını etkileyecektir. Ayrıca reel opsiyonlar uygun koşullar olduğu takdirde anında kullanılamaz. Bir üretim alanının inşası, makinaların kurulması ve işgücünün eğitilmesi gibi durumlar için belirli bir süreye ihtiyaç duyulacaktır.

4.5.5 Dividant Ödemesi

Opsiyon değerini etkileyen diğer bir etken de dividant ödemesidir. Bir finansal opsiyon için dividant, hissedarlara yapılan düzenli ödemeler (temettü) olarak kabul edilir. Bir reel varlık yatırımı için ise dividant, opsiyonun canlı kaldığı süre boyunca karşılaşılan değer kaybı olarak düşünülebilir. Bunun iki sebebi olabilir. Birincisi opsiyonu canlı tutmak için düzenli ödemelerin yapılması gerekebilir; ya da opsiyonu geç uygulamamız nedeniyle rakiplerimize kaptırdığımız pazar payının değeri olarak düşünülebilir. (Brealey ve Myers, 2000).

4.5.6 Bilesik Opsiyonlar ve Paralel Opsiyonlar

Reel opsiyonların birçoğu finansal opsiyonlar gibi iyi tanımlanmış, basit opsiyonlar değildir. Bilesik ya da paralel olabilirler. Bilesik opsiyonlar, bir opsiyonun üzerinde başka bir opsiyonu tasidığı durumlarda oluşur. Bu opsiyonlar arasında belirgin bir etkileşim mevcuttur. Örneğin yeni bir ürünü seri üretime sokma opsiyonu, ARGE yatırımının tasidığı bir opsiyondur. ARGE yatırımı yapmak bir opsiyona bağlı ise, ürünü seri üretime sokma opsiyonu ancak ARGE yatırımı yapma opsiyonun uygulanıp başarılı olmasına bağlıdır. Bilesik opsiyonları değerlendirme metodolojisi, gerçek hayattaki reel opsiyonlar metodolojisinin uygulanabilirliği açısından oldukça önemlidir.

Paralel opsiyonlar aynı proje üzerine inşa edilmiş ve opsiyonları etkileşim halinde olan farklı opsiyonlardır. Bu opsiyonlar mutlaka karşılıklı dışlayan opsiyonlar olmak

zorunda degildirler. Bunlara örnek olarak yeni bir teknolojinin farkli uygulamalari ya da yeni bir ürünün olasi farkli pazar hedefleri verilebilir.

Geske (1979), bilesik opsiyonlarin degerlemesi amaciyla bazi yaklasimlar gelistirmistir. Trigeorgis (1993), reel opsiyonlar arasindaki etkilesimler üzerinde çalismalarda bulunmustur. Bir opsiyonlar havuzunun bilesik degeri genellikle bireysel degerlerinin toplamindan farklıdır. Bir opsiyonun, opsiyonlar havuzuna getirdigi katma deger, genelde izole edilmiş (bireysel) degerinden daha azdır ve havuzdaki opsiyon miktarı arttıkça degeri düşecektir.

4.5.7 Firmaya Özel Opsiyonlar

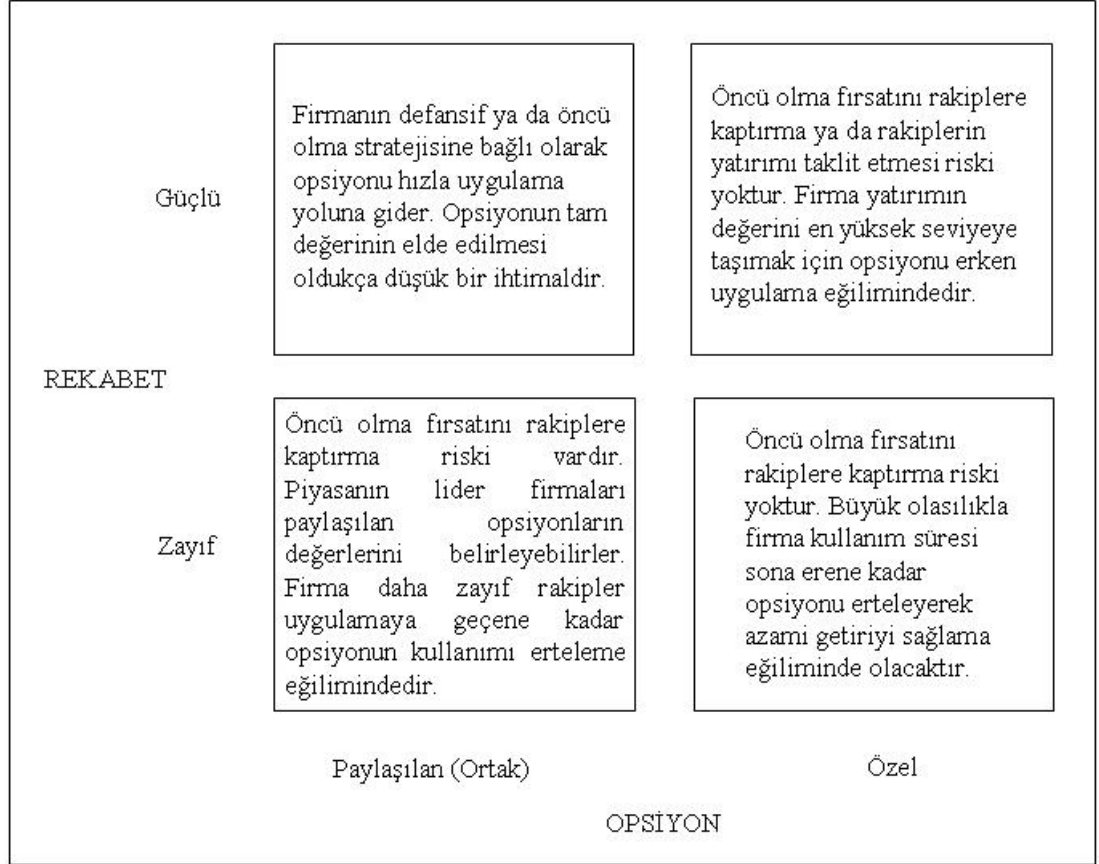
Reel opsiyonlarin diger bir siniflandirmasi da opsiyonun sahipliğiyle ilgilidir. Bir reel opsiyon bir firmaya özel (proprietary option) olabilecegi gibi baska firmaların da uygulayabilecegi ortak faydalanılabilecek paylasılan (shared option) bir opsiyon seklinde olabilir. Finansal opsiyonlar ise herkesin sahip olabilecegi ortak paylasılan opsiyonlardır.

Firmaya özel reel opsiyonlar, paylasılan ya da diger opsiyonlarla rekabet halinde olan reel opsiyonlardan daha değerlidir. Paylasılan reel opsiyonların daha düşük bir degere sahip olacağı açıktır. Bu durum, rakip firmaların benzer reel varlık yatirimlarını kendi bünyelerinde gerçekleştirerek opsiyonun sağlayacağı toplam kardan pay almalarından kaynaklanmaktadır. Kester (1984), firmaların yatirimları erteleme imkanına sahip olduğu durumlarda bile, yatirimları daha erken tarihlerde gerçekleştirme egiliminde olduklarını gözlemiştir. Bir bakıma bunun sebebi, yatirimın geç gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak maliyetinin, yatirimın erken gerçekleştirilmesi durumunda oluşan maliyetin üzerinde olması, olarak yorumlanabilir. Asagidaki durumlar için büyüme opsiyonunun kullanım tarihinden önce uygulanması firmanın yararınadır:

1. Opsiyonlar özel olmadiginda, yani paylasılan tipte oldugunda;
2. Projenin NBD`si yüksek oldugunda;
3. Risk oranı ve faiz oranı düşük oldugunda;
4. Asiri rekabetçi piyasa sartları durumunda;

Kester ikiye iki bir matrisle yatirim zamanlaması ile ilgili hususlara bir açıklama getirmiştir. Sekil 4.6`da bu matris özetlenmiştir. Kester`in bir diger yorumu ise su

şekildedir. “Şirketler genellikle yatırımlardan beklenen yüksek getiriye sağlamak ve korumak için rekabete dayalı dominant bir pozisyon sağlamaya çalışmaktadırlar. Bir firmaya daha seçici bir şekilde yatırımı zamanlama hakkının verilmesi, bazen gözden kaçırılrsa da, firmanın pazara egemen olmasına yardımcı olacak büyüme opsiyonunun belirlenmesine imkan tanıyacaktır.” Trigeorgis (1996) de bu konuya değinerek benzer bir matrisle durumu açıklamıştır.



Sekil 4.6: Yatırım planlama matrisi

Kensinger (1987), bir reel varlık yatırımının Gelistirilmiş NBD’i ile Klasik NBD’i arasındaki farkın, potansiyel rakiplerin rekabete girmesini engelleyecek tipte yenilikçi ve daha güçlü bariyerlere sahip olduğu oranda artacağını belirtmiştir. Bu görüş, Trigeorgis ve Mason (1987) ile Majd ve Pindyck (1987) tarafından da desteklenmektedir.

Dixit ve Pindyck (1994), yeni bilgi için beklemenin değeri üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Beklemenin hem değeri hem de rasyonalitesi rakiplerin attığı adımların bir fonksiyonudur. Pazara girmeyi engelleyen hiçbir bariyer olmadığı takdirde beklemenin değeri sifıra düşer. Oligopolistik bir pazarda erken bir yatırım ile belirsizlik durumunda esnekliğin değeri arasındaki karar açmazını (trade-off)

inceleyen Kulatilaka ve Perotti (1992), kantite egemen (quantity-setting) bir düopolde öncü firmanın daha büyük bir pazar payı kazanabileceğini ve talep dalgalanmalarından daha az etkileneceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla belirsizlikteki artış, erken yatırımın rölatif değerini de arttıracaktır.

5. REEL OPSİYONLAR METODUYLA e-TICARET PROJESİ ANALIZI

Bu bölümde, önünde bir bilisim yatırımı projesi firsati bulunan ABC firmasinin durumu analiz edilmistir. Incelemde hem klasik NBD metodu hem de reel opsiyonlar metodu karsilastirmali olarak kullanilmistir. Karar verme sürecini desteklemek ve sonuçlari görsellestirmek amaciyla bilgisayar ortaminda gelistirme yapilmistir. Uygulamanin gerçekleştirilmesinde günümüz finansal analiz ve uygulamalarinda artik bir endüstri standardi haline gelmis olan Microsoft® Excel yazilimi seçilmistir. Excel, büyük ölçekli verileri derlemek, gruplamak ve analiz etmek için oldukça etkin bir araçtır. Ayrıca elde edilen sonuçların çarpıcı ve anlamlı grafiklerle görselleştirilebilmesine de imkan tanımaktadır.

Reel opsiyonlar metodunun kullanılabilmesi amacıyla kurgulanan matematiksel modelin tüm gereksinimleri Excel bünyesinde mevcut standart finansal ve istatistiksel araçlar ile karşılanamamaktadır. Dolayısıyla Excel ve diğer ofis uygulamalarının standart geliştirme dili olan Microsoft® Visual Basic for Applications (VBA) programlama dilinde ek geliştirmeler yapılmasına gerek duyulmuştur. VBA ile yazılan prosedür ve fonksiyonlar ile desteklenen Excel platformu üzerinde ABC firmasının gelecekte karşılasabileceği olası durumlar, senaryolar, irdelenmiştir. Bu senaryoların karar verici tarafından belirlenen parametreler cinsinden ifadesi yazılan rutinlerin sunduğu otomasyon dahilinde sağlanmıştır. Reel opsiyonun değerini etkileyen model parametreleri cinsinden yapılan derinlemesine hassasiyet analizleriyle esnek, genel kapsamlı ve salt bu uygulamaya özel olmayan bir optimizasyon çerçevesi oluşturulmuştur.

İlk olarak, modelin girdisi olan temel veriler; öngörülen nakit akışları, ekonomik parametreler ve diğer analiz unsurları hazırlanan sablonlar üzerinden Excel'e aktarılmıştır. İkinci adımda, olası senaryolar verilen parametreler cinsinden otomatik olarak üretilmektedir. Üçüncü adımda ise, geliştirilen model, üretilen senaryoları temel alarak en iyi yatırım zamanlamasını ve buna ait diğer göstergeleri arka planda hesaplamaktadır. Dördüncü ve son adımda, her bir senaryoya ait optimal sonuçlar karar vericiye tablo formatında ve grafiksel olarak sunulmaktadır. Tezin ekler

bölümünde (EK C ve EK D) modelin Excel ekranı üzerindeki girdi ve çıktı görüntüleri ve ayrıca VBA programlama dilinde yapılan ek geliştirmelerin kaynak kodları verilmiştir.

5.1 Reel Opsiyonlar ile Ideal Yatırım Zamanlamasının Belirlenmesi

ABC firması, dünyada ve ülkemizde son yıllarda giderek büyümekte olan e-ticaret (elektronik ortamda mal ve hizmet satışı) sektöründe ülkemiz merkezli faaliyet gösteren bir firmadır. Kendi sektöründe ilklerden sayılan bu firma 1999 senesinde kurulmuştur ve bu tarihten beri kesintisiz olarak müşterilerine internet üzerinden hizmet vermektedir.

ABC firması, müşterilerine daha iyi, etkin hizmet verebilmek ve yeni müşteriler kazanarak, gerek pazar payını genişletmek gerekse de pazardaki rekabetçi pozisyonunu koruyabilmek adına, yeni bilisim teknolojileri yatırımları yapmanın karar aşamasındadır. ABC firmasının, faaliyete geçtiği 1999 senesinden bu yana, iş süreçlerinin takip edildiği sistem üzerinde büyük bir değişiklik olmamıştır. Geçtiğimiz seneler boyunca hizmet verilen müşteri portföyünün genişlemesi ve farklı segmentlerdeki ürün çeşitliliğinin artışı göstermesine bağlı olarak, firma gözlemlediği sistemsel açıkları ve darboğazları yine kendi bünyesinde gerçekleştirdiği küçük projelerle elinden geldigince çözüme ulaştırma yoluna gitmiştir. Bu geçen süre zarfında firmanın gerçekleştirdiği tek yeni bilisim teknolojileri yatırımı 2002 senesinin sonlarına doğru yapılan ve müşterilerin yakın zamanlı siparişlerini, bireysel ilgi alanlarını, alışveriş zaman ve alışkanlıklarını sistem üzerinden takip etme, raporlama ve analiz etme imkanı sunan müşteri ilişkileri yönetimi projesidir. Fakat ABC firması bu projeden istediği verimi alamamıştır. Bunun sebebi halen kullanmakta olduğu ana sistem yazılımı ile müşteri ilişkileri yönetimi yazılımı arasındaki entegrasyonun karmaşıklığı ve zorluğudur. Daha açık bir ifadeyle, mevcut yazılım müşteri ilişkileri yönetimi yazılımını besleyecek içerik, kalite ve detayda bilgiyi sunamamaktadır. Müşteri davranışları ve işlemleriyle ilgili bilgiler sistemden anlık olarak müşteri ilişkileri yönetimi yazılımına aktarılamamakta, bu işlem ancak sistem yükünün düştüğü belli periyotlarda yapılabilmektedir. Bu durum ise, günümüz e-ticaret portallarında artık bir standart olan arz ve talebi göz önüne alarak hesaplanan dinamik fiyatlandırmalara, müşterinin alışveriş listesindeki kalemlere göre anlık hesaplanan indirim ve tekliflere ve fiyatın alıcılar tarafından belirlendiği

klasik açık arttırma mantığının temel alındığı pazarlama tekniklerine imkan tanımamaktadır.

Bu teknik darbogazların yanı sıra, ABC firmasının günlük uygulamalarında en çok karşılaştığı sıkıntı, müşterilere hizmetin sunulduğu e-ticaret portalinin eşzamanlı olarak gerçekleşen işlemlerin belirli bir seviyeyi aşması durumunda devre dışı kalmasıdır. Bu yetersizlik müşterilerin satın almak istediği ürünleri sisteme yeniden girmelerini gerektirmektedir. Çoğu zaman müşteriler bu sıkıntılı işlemi tekrar etmek yerine siparişlerinden vazgeçme ya da erteleme eğiliminde olmaktadır. Sektörde yapılan anketlerde e-ticaret uygulamalarını kullanan müşterilerin bu tip hataların ve sıkıntılarının yaşanması durumunda hizmet veren firmanın güvenilirliğini sorgulamaya başladığı ve rakip firmalara yönelme eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır.

ABC firmasının müşteriler tarafından tercih edilmesinin belli başlı nedenlerinden bir tanesi ürün yelpazesinin genişliğidir. Bu sayede daha farklı demografik özelliklere sahip müşteri kitlelerine hizmet verebilmektedir. Bu durum çok sayıda farklı ürünün stok kaydının bulunması ve çok sayıda tedarikçi firma ile çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çeşitlilik ise, lojistik süreçler olarak tanımlanan, müşterinin siparisi gerçekleştirmesinden, ilgili tedarikçinin talep edilen ürünü ABC firmasına ya da direkt son müşteriye teslimatına kadar süren ve temel anlamda tedarikçiye sipariş açılması ve ürünün sevkiyatı esnasındaki navlun ve sigortalama işlemlerini kapsayan sürecin takibini firma için oldukça zahmetli bir işlem haline getirmektedir. Bazı durumlarda ABC firmasının ya da tedarikçi firmanın depolarında ürün bulunmasına rağmen stokun hangi adreste, hangi miktarlarda bulunduğu bilgisi kesin olarak bilinmemektedir. Güncel durumun sorgulanması ise zaman alan sıkıntılı bir iş olmaktadır. Dolayısıyla ürünlerin müşterilere teslimi bazı durumlarda öngörülen tarihlerde yapılamamaktadır. Depolar arası ürün transferlerinin de gereksiz yere yapıldığı durumlar da gözlenmektedir. Diğer bir sıkıntı da mevcut sistemle satış ve pazarlama kampanyalarının yönetilmesinde gözlenmektedir. Farklı tedarikçilerden alınan ve pazarlama kampanyaları dahilinde müşteriye bir arada sunulan ürünlerin takibi ve eşzamanlı olarak lojistik süreçlerinin gerçekleşmesi aksayabilmektedir.

Yapılan sektör analizleri neticesinde, gerek firma danışmanları gerekse de üst düzey yöneticiler, giderek büyüyecek olan pazara yönelik daha kaliteli, etkin ve hızlı hizmet vermeye imkan sağlayacak yatırımların, firma için stratejik bir önem taşıdığı konusunda aynı fikri tasimaktadırlar. ABC firmasının içinde bulunduğu

darbogazların farkında olan yöneticiler, mevcut sistemin firma bünyesindeki bilgi işlem bölümü tarafından düzeltilmeye çalışılmasını artık yersiz görmektedir. Çünkü eski yazılımın geliştirildiği platformun ve kullandığı programlama dilinin günümüz bilgisayar teknolojilerine uyumsuzluğu ek geliştirme gereksinimlerini zorlastırmaktadır. Bu anlamda yöneticiler bu sıkıntıları ortadan kaldıracak yeni nesil bir yazılım diliyle geliştirilmiş bir sistemin satın alınması ve bundan sonraki bilisim teknolojileri yatırımlarının bu sistem üzerine inşa edilmesini karara bağlamışlardır. Bununla birlikte, sahip olduğu tüm darbogazlara rağmen mevcut sistemin kritik noktalarına çeşitli ekler ve yamalar yapılarak işletilmesi de mümkündür.

Firma yöneticileri bu projenin firmaya ilk etapta sağlayacağı faydaları işlem ve tedarikçi takip maliyetlerinin azaltılması ve daha fazla müşteriye hizmet vererek elde edilecek gelirlerin artırılması olarak görmektedir. Bunların yanı sıra müşteri ilişkileri yazılımının daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi ve eldeki müşteri portföyüne ek satışlar yapılması ve pazarlama kampanyalarının düzgün yönetilmesi hedeflenmektedir. Projenin gerçekleşmesiyle birlikte firmanın hizmet verme kapasitesinde ve hızında belirgin artış, müşteri teslimatlarında zamansal açıdan iyileşme beklenmektedir. Depolar arası mal aktarımı ve sayım işlemleri belirli bir düzende gerçekleştirilerek çok satan ürünler için kritik minimum stok miktarlarının belirlenmesi ve bu ürünlerin periyodik olarak tedarik edilerek ürünlerin yok satmasının önüne geçilmesi de planlanmaktadır. Bu sayede lojistik ve stoklama maliyetlerinde de bir iyileşme olacağı düşünülmektedir. Projenin sağlayacağı diğer faydalar ise işlemlerin uygulanması esnasında daha düşük oranlarda hataların oluşması, işlemlerin daha kısa sürede uygulamaya dönüştürülmesi ve müşterilere daha detaylı takip bilgisi verilerek müşteri memnuniyetinin artırılmasıdır. Ayrıca bir diğer perspektifle, hizmette sağlanan kalite ve güvenlik unsurları müşteriler tarafından pozitif algılandıkça yeni müşteri kazanımları ve zaman içinde kaybedilenlerin geri kazanılması şeklinde dönüşler de sağlayacaktır.

Sektör hakkındaki genel beklentiler, önümüzdeki 6 yıllık periyod boyunca Türkiye pazarının giderek büyüyerek cazibesini ve anlamını koruyacağı üzerinedir. Türkiye pazarına ek olarak, firma yöneticileri K.K.T.C ve diğer Türk Cumhuriyet'leri pazarlarını da önümüzdeki dönemlerde gelişecek olan pazarlar olarak öngörmekte ve uzun vadede bu ülkelerdeki müşteri potansiyeline de hizmet verebilecek bir altyapı sistemini kurmak düşüncesindedirler. Ancak firma yetkilileri yatırıma başlama tarihi

konusunda kararsızdrlar. Bunun sebebi e-ticaret pazarinin ülkemizde yeni gelisiyor olmasidir. Zamanindan önce bu tip kapsamlı bir teknolojik yatırımın üstlenilmesi, ülkemizdeki pazarın sigligi nedeniyle ABC firması için karlı ve mantıklı olmayacaktır. Öte yandan yatırımın geciktirilmesinin neden olacağı fırsat maliyeti ve pazar payı kaybı, yöneticileri ideal yatırım zamanının belirlenmesi hususunda kararsızlığa sürüklemektedir.

5.1.1 Reel Opsiyonu Degerleme Unsurlari

ABC firmasının sahip olduğu opsiyon bu tip bir e-ticaret projesinin gerçekleşip gerçekleşmemesiyle ilgilidir. Firmanın kullandığı mevcut sistem bütün bu darbogazlara rağmen kritik noktalara ekler ve yamalar yapılarak halen işletilebildiği için ABC firması bu yatırımı daha uygun pazar koşullarının oluşacağı bir döneme erteleme esnekliğine sahiptir.

Bir yatırımı belirli bir tarihe kadar erteleme ve bu zaman aralığındaki herhangi bir anda gerçekleştirebilme hakkına sahip olunması Amerikan tipi bir opsiyona sahip olmak anlamına gelmektedir. Ayrıca yatırımın ertelenmesi nedeniyle oluşacak fırsat maliyeti ve pazar kaybı erteleme süresi boyunca ABC firmasının kaybettiği kazançlar ve disariya kaptırdığı nakit akışları olarak düşünülebilir ve genel olarak dividant olarak kabul edilebilir. Opsiyonun değerini ise ABC firmasının ilerleyen dönemlerde ülkemizde ve diğer Türk Cumhuriyetleri ülkelerinde e-ticaret pazarının daha da gelişeceği öngörüsü oluşturmaktadır. ABC firması bekleyerek pazarın ne şekilde gelişeceğini ve bu süre zarfındaki değişimle beklenen nakit akışlarının ne olacağını görme fırsatına sahiptir. Arzu edilen kazançların elde edilemeyeceği görüldüğü takdirde ABC firması yatırımı gerçekleştirmeyecektir.

Bu tip bir bilisim teknolojileri yatırımının hangi reel opsiyon metodu kullanılarak analiz edileceği konusunda daha önceki bölümde (bakınız 3.4.4.) belirttiğimiz görüşe sadık kalınmıştır. Bu bölümde reel varlık yatırımlarının değerlemesinde yaygın olarak kullanılan sürekli zaman çözüm yöntemlerinden kapalı formdaki çözüm yöntemi olan Black-Scholes modeli ile kesikli zaman yöntemlerinden binom modeli arasındaki farklılıklar ve ilişkiler, bilisim teknolojileri yatırımları gibi piyasada aktif olarak işlem görmeyen yatırımların değerlemesinde ne şekilde kullanılabileceği irdelenmiştir. Sonuç olarak Black-Scholes modelinin binom modeline göre işlemsel açıdan daha kolay bir yöntem olması, belirli bir adım sayısından sonra binom

modelinin Black-Scholes tarafından ortaya konulan analitik çözüme yakinsamasi, ayrıca her iki yaklasimin da risk nötral davranis gibi bazi ortak varsayimlari kabulleniyor olmalari, ABC firmasinin sahip oldugu ideal zamanlama opsiyonunun degerlemesi için Black-Scholes modelinin, binom modeline göre daha elverisli bir yöntem oldugunu ortaya koymaktadır.

Black-Scholes modelinin genel gösterimi asagidaki gibidir.

$$C = V N(d_1) - X e^{-r_f T} N(d_2) \quad (5.1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{X}\right) + \left(r_f + \frac{s^2}{2}\right)T}{s \sqrt{T}} \quad (5.2)$$

$$d_2 = d_1 - s \sqrt{T} \quad (5.3)$$

Burada, C; opsiyonun degeri, V; Varligin degeri (Projeden elde edilecek nakit akislarinin bugünkü degeri), X; projenin maliyeti, s; volatilité, r_f ; risksiz getiri oranı, T; opsiyonun ömrü ve N(d); kümülatif normal dagilim fonksiyonu'nu ifade etmektedir.

Yukarida bahsedildigi gibi yatirimi erteleme esnekligine sahip olan ABC firmasinin gerçeklestirmeyi planladigi e-ticaret projesi öngörülen analiz dönemi içerisinde herhangi bir anda gerçeklestirilebilecek olmasından ötürü, ancak Amerikan tipi opsiyonlarla modellenmeye uygundur. Standart Black-Scholes opsiyon degerleme modeli ise, Avrupa tipi opsiyonların degerlemesinde analitik bir çözüm sunmasına karsin, Amerikan tipi opsiyonların degerlemesine uygun degildir. Bu sorunun ortadan kaldirilmasi amaciyla Black yaklasimi kullanılacaktır (Hull, 1999). Black yaklasimi, Amerikan tipi opsiyonun yaklasik degerinin, n adet Avrupa tipi opsiyon cinsinden ifade edilmesidir. Hesaplanan n adet Avrupa tipi opsiyon içerisinde en yüksek degere sahip olan, Amerikan tipi opsiyon olarak kabul edilecektir. Bir baska deyisle, en yüksek degere sahip olan Avrupa tipi opsiyonun gerçeklendiği zaman yatirimimizin ideal zamanlamasini ortaya koyacaktır. Bu yaklasimi matematiksel olarak asagidaki gibi ifade edebiliriz.

$$C_{t^*} = \max_{t=0 \dots T} C_t \quad (5.4)$$

Literatürde Black-Scholes modeline yapılan bir eleştiri de Black-Scholes modelinin yatırımcıların risk-nötral olduğunu varsaymasıdır. Bu varsayım opsiyonun fırsat maliyetinin dikkate alınması gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Fakat projenin değeri zaman geçtikçe değişkenlik gösterecek ve dolayısıyla opsiyonun sahip olduğu risk de dinamik olarak değişecektir. Bununla beraber literatürde çoğu yatırımcıların riskten kaçınan (risk-averse) bir yapıya sahip oldukları ve risk-nötral değerlemenin bilimsel teknolojileri gibi piyasada işlem görmeyen yatırımların içerisinde varolan opsiyonları aslında olması gerektiğinden daha değerli kıldığı iddia edilmektedir. Trigeorgis (1993) bu iddiayı şu şekilde açıklamıştır. Yöneticiler, piyasadaki yatırımcılar tarafından paylaşılmayan, firmaya özel ya da sektöre özel riskler taşıyan yatırımların değerlendirilmesi esnasında opsiyon değerini, yatırıma özel riski ifade edebilecek bir faktörle, iskontoalanmalıdır. Benzer olarak bir opsiyonu bünyesinde barındıran yatırıma olan talep, arzi geçiyor ise yatırımın getiri oranı, benzer bir riske sahip olan yatırımdan talep edilen getiri oranının altına düşebilir. Bu olay “getiri kitliği” (rate of return shortfall) olarak tanımlanmıştır.

ABC firmasının sahip olduğu opsiyonun diğer bir özelliği de yatırımın ertelenmesi nedeniyle oluşacak fırsat maliyeti ve pazar kaybıdır. Bu etkenler erteleme süresi boyunca ABC firmasının kaybettiği kazançlar ve dışarıya kaptırdığı nakit akışları olarak düşünülebilir. Bu anlamda Black-Scholes modelinin yatırımcıların risk-nötral olduğu varsayımına karşın riskten kaçınan yatırımcıların üstlendikleri riske karşı ekstra bir getiri elde etme beklentilerinin opsiyon değerini ne şekilde etkileyeceğini irdelemek amacıyla getiri kitliği parametresi Black-Scholes denklemine dahil edilmiştir.

$$C = V e^{-dT} N(d'_1) - X e^{-r_f T} N(d'_2) \quad (5.5)$$

$$d'_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{X}\right) + \left(r_f - d + \frac{s^2}{2}\right)T}{s\sqrt{T}} \quad (5.6)$$

$$d'_2 = d'_1 - s\sqrt{T} \quad (5.7)$$

Burada, C; opsiyonun değeri, V; Varlığın değeri (Projeden elde edilecek nakit akışlarının bugünkü değeri), X; projenin maliyeti, s; volatilité, d; getiri kitliği, r_f;

risksiz getiri oranı, T ; opsiyonun ömrü ve $N(d)$; kümülatif normal dağılım fonksiyonu'nu ifade etmektedir.

5.1.2 Model Parametreleri

Proje, öngörülen altı yıllık analiz dönemi içerisinde uygun koşulların sağlandığı herhangi bir anda gerçekleştirilebilir. Yatırımı yapma ya da erteleme kararı üçer aylık periyodlarla gündeme alındığından, firma yöneticileri karar alma dönemlerini bir yılın çeyrekleri şeklinde ifade etmeyi uygun görmüşlerdir. Projenin azami erteleme süresi ise beş yıl olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle uygun koşulların oluşmasıyla birlikte proje bu beş yıllık süre zarfı içerisinde herhangi bir yılın herhangi bir çeyreğinde gerçekleştirilebilir. Yöneticiler, projenin bu öngörülen süre zarfının sonrasında gerçekleştirilmesini, stratejik olarak oldukça geç ve finansal açıdan da anlamsız olacağından, uygun görmemektedirler.

Projenin devreye alınması için altı aylık bir süre gerekmektedir. İki çeyreklik bu süre zarfında bir gelir elde edilemeyeceği düşünülmektedir.

Projenin maliyet bileşenlerini donanım, yazılım ve lisanslama ücretleri, alınan profesyonel danışmanlık hizmetleri, proje yönetim maliyetleri ve dışarıdan tedarik edilen hizmetler oluşturmaktadır. Projenin devreye alınması esnasında herhangi bir işletme gideri yoktur. En önemli maliyeti veri aktarımı amacıyla mevcut sistemle yeni sistem arasındaki entegrasyonun sağlanması, 24saat/7gün boyunca sistemin kesintisiz olarak işlemesini sağlayacak altyapının kurulması ve iş süreçlerinin takibini kolaylaştıracak uygun raporlama ortamının yaratılması oluşturmaktadır. Bu maliyet bileşenleri dikkate alınarak, toplam proje maliyeti 12000 YTL olarak belirlenmiştir. Bu maliyetin, geçen her yıl %3 oranında düşebileceği öngörülmüştür.

Projenin nakit giriş ve çıkışlarının ise şu şekilde oluşacağı düşünülmektedir. Üçüncü çeyrek itibarıyla 500 YTL'lik gelir elde edilmeye başlanacaktır. Bu gelirin altıncı yılın sonuna kadar pazardaki büyümeye bağlı olarak çeyrek başına %10'luk oranda artması beklenmektedir. Üçüncü çeyrekte başlayarak, her çeyrekte, altıncı yılın sonuna kadar sabit olarak 800 YTL'lik işletme gideri oluşacağı öngörülmüştür. İşletme giderlerini versiyon güncelleme ve bakım işlemleri, lisans yenileme ve periyodik olarak alınan profesyonel danışmanlık hizmetleri oluşturmaktadır. Opsiyonun ömrü boyunca sabit kalacağı varsayılan, risksiz getiri oranı %7 iken

danismanların projenin nakit akislerini iskontolamak için kabul edilen oran ise %12'dir.

Tablo 5.1'de, ABC firmasının gerçekleştirmeyi planladığı e-ticaret projesinin parametrelere bağlı olarak hesaplanan maliyeti, nakit akislerinin NBD'i; INA, projenin geciktirilmesiyle kaybedilen gelirlerden sonra kalan nakit akislerinin NBD'i; Vt, ve yatırımın toplam statik NBD'i gösterilmektedir.

Tablo 5.1: Yatırım nakit akis tablosu

Periyod	Yıl	Gelir (YTL)	İşletme Maliyeti (YTL)	Nakit Akisi (YTL)	İsk. Nakit Akisi (YTL)	Yatırım Maliyeti X (YTL)	t sonrası INA Vt (YTL)
0	0	0	0	0	0	12000.00	11653.11
1	0.25	0	0	0	0	11910.34	11653.11
2	0.5	500.00	800.00	-300.00	-282.53	11821.34	11935.64
3	0.75	550.00	800.00	-250.00	-228.48	11733.01	12164.12
4	1	605.00	800.00	-195.00	-172.95	11645.35	12337.07
5	1.25	665.50	800.00	-134.50	-115.77	11558.33	12452.84
6	1.5	732.05	800.00	-67.95	-56.76	11471.97	12509.60
7	1.75	805.26	800.00	5.26	4.26	11386.25	12505.34
8	2	885.79	800.00	85.79	67.48	11301.17	12437.86
9	2.25	974.37	800.00	174.37	133.11	11216.73	12304.75
10	2.5	1071.81	800.00	271.81	201.36	11132.92	12103.39
11	2.75	1178.99	800.00	378.99	272.46	11049.74	11830.93
12	3	1296.89	800.00	496.89	346.67	10967.17	11484.26
13	3.25	1426.58	800.00	626.58	424.23	10885.23	11060.03
14	3.5	1569.24	800.00	769.24	505.43	10803.89	10554.60
15	3.75	1726.16	800.00	926.16	590.55	10723.17	9964.05
16	4	1898.78	800.00	1098.78	679.91	10643.05	9284.14
17	4.25	2088.66	800.00	1288.66	773.83	10563.52	8510.31
18	4.5	2297.53	800.00	1497.53	872.68	10484.59	7637.63
19	4.75	2527.28	800.00	1727.28	976.82	10406.25	6660.81
20	5	2780.01	800.00	1980.01	1086.65	10328.50	5574.16
21	5.25	3058.01	800.00	2258.01	1202.60	10251.32	4371.56
22	5.5	3363.81	800.00	2563.81	1325.11	10174.72	3046.45
23	5.75	3700.19	800.00	2900.19	1454.67	10098.70	1591.78
24	6	4070.21	800.00	3270.21	1591.78	10023.24	0
				Toplam			
				INA	11653.11	YTL	
				Yatırım			
				Maliyeti	12000.00	YTL	
				Statik			
				NBD	-346.89	YTL	

Tablo 5.1'den de görüldüğü üzere, projenin bünyesinde bulundurduğu opsiyon dikkate alınmadan, konvansiyonel yatırım değerlendirme tekniği ile hesaplanan Statik NBD'i negatif çıkmaktadır. Proje NBD'inin negatif olması projenin uygulanıp uygulanmayacağı konusunda yönetimi daha önemli bir sorumluluk altına

sokmaktadır. Bu sorumluluk altına girmek istemeyen yönetim, bu şartlar altında yatırımın gerçekleştirilmesini rasyonel bulmamaktadır. Bununla beraber projenin bünyesinde barındırdığı stratejik unsurlar dikkate alındığında, ilerleyen dönemlerde projenin karlı bir yatırıma dönüşebileceği de düşünülmektedir. Buna sebep, klasik NBD metoduyla hesaplanan proje değerinin; müşteri işlemlerinin daha kısa sürede gerçekleşmesi, alisveris esnasında oluşabilecek teknik hataların düşmesi ve müşterilere yaptıkları işlemlerle ilgili daha detaylı takip bilgisi verilerek toplam müşteri memnuniyetinin artırılması gibi yatırımın firmaya sunduğu diğer stratejik faydaları içermemesidir.

Projenin bünyesinde barındırdığı opsiyon değerinin hesaplanabilmesi için yukarıda belirtilenlere ek olarak volatilité ve getiri kitliği parametrelerinin tanımlanması gerekmektedir. Hem ABC firma yöneticilerinin hem de firma danışmanlarının sektör hakkındaki uzman görüşleri dahilinde hemfikir oldukları geleceğe yönelik beklentileri yansıtan parametrelerden nakit akışlarındaki belirsizliği ifade etmekte kullanılan volatilité parametresi uzman görüşü dahilinde %50 olarak kabul edilmiştir. Riskten kaçınan yatırımcıların üstlendikleri riske karşı tutumlarını modele katmamıza imkan sunan getiri kitliği parametresi ise ilk etapta %0 olarak kabul edilmiştir. Diğer bir deyişle temel kurgu yatırımcıların risk-nötr olduğu varsayılarak oluşturulmuştur. Temel kurguyu oluşturan parametreler Tablo 5.2’de belirtilmiştir.

Tablo 5.2: Temel kurguyu oluşturan model parametreleri

Parametreler	Değerler
Projenin Maliyeti (Kullanım Fiyatı) (X)	12000 YTL
Maksimum Erteleme Süresi (T_{max})	5 yıl
Risksiz Getiri Oranı (r_f)	7%
Risk Uyarlı İskonto Oranı (r_i)	12%
Volatilité (σ)	50%
Getiri Kitliği (δ)	0%

Tablo 5.2’de belirtilen ve temel kurguyu oluşturan model parametrelerinin uzman görüşünün dışında gerçekleşmesi durumunda opsiyonun değerinde, Geliştirilmiş NBD’de (GNBD) ve İdeal Yatırım Zamanlaması’nda (IYZ) ne şekilde değişikliklere sebep olabilecekleri yapılan duyarlılık analizleri ile irdelenmiştir. Tablo 5.3’de model

parametrelerinin alabilecekleri farklı değerler belirtilmiştir. Bu değerlerin oluşturduğu bütün kombinasyonlar geliştirilen Excel otomasyonu tarafından farklı opsiyon değeri ve GNBD sunan senaryolar olarak hesaplanmıştır. İleriki bölümde model parametrelerinin opsiyon değeri, GNBD ve İYZ'na olan etkisi grafiklerle beraber yorumlanmıştır.

Tablo 5.3: Duyarlilik analizleri yapılacak model parametreleri

Parametreler	Değerler					
X (YTL)	11000	12000	13000			
X Degisim (%)	2%	3%	4%			
σ	20%	25%	30%	35%		80%
T_{max} (yıl)	2	2.25	2.5	2.75		5
r_f	5%	6%	7%	8%	9%	10%
δ	0%	1%	2%	3%		7%

5.1.3 Duyarlilik Analizleri

Tablo 5.3'te belirtilen değişkenlerle beslenen modelimizden elde edilen sonuçlar, tablolar ve şekiller esliğinde gösterilmiş ve yarattıkları etkiler detaylı olarak irdelenmiştir.

5.1.3.1 Opsiyon Ömrünün Etkisi

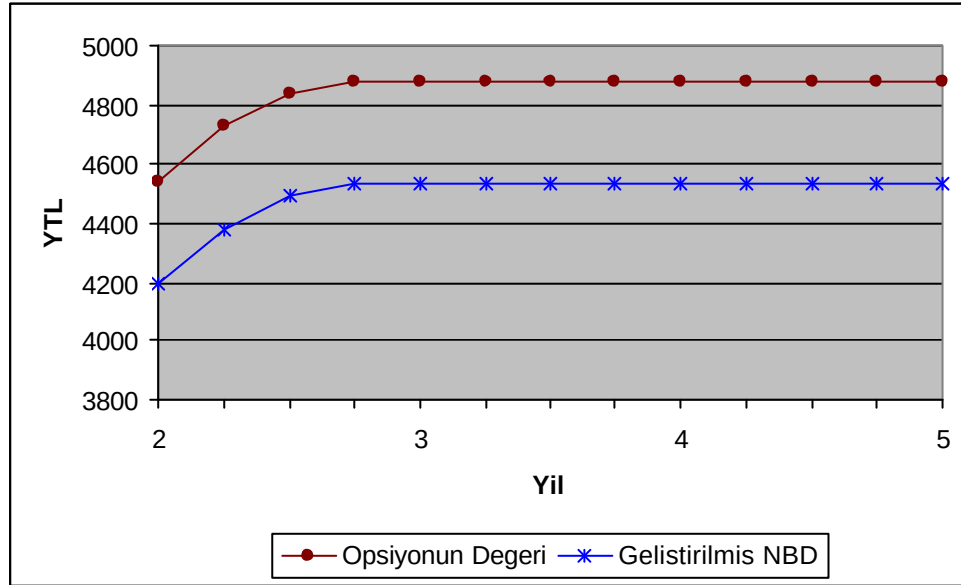
Tablo 5.4'te temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak, yatırım ufkunun iki yıl ile beş yıl arasında değişiklik göstermesi halinde opsiyon değerinde ve Geliştirilmiş NBD'de ortaya çıkan değişimler gösterilmiştir. Yatırımın gerçekleştirilebileceği ufkun daha geniş bir zaman aralığına sahip olması, yani erteleme opsiyonu ömrünün daha uzun olması, arzu edilen ideal koşulların gerçekleşme olasılığını da beraberinde arttıracaktır. Bir başka deyişle, erteleme opsiyonunun ömrü uzadıkça belirsizliğin kötü yanlarından korunarak iyi yanlarını kullanıp yükselme potansiyelinden daha uzun bir süre istifade etme imkanı sunacağından opsiyon değerini de arttıracaktır. Şekil 5.1'de opsiyon değerinin ve Geliştirilmiş NBD'in opsiyonunun ömrü boyunca değişimi gösterilmiştir.

ABC firmasının sahip olduğu opsiyon analiz edildiğinde, iki yıl ile beş yıl arasındaki zaman diliminde opsiyonun en yüksek değerine üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonunda ulaşıldığı görülmüştür. Bu tarih aynı zamanda bize ideal yatırım zamanlamasını vermektedir. Opsiyon ömrünün uzaması ile opsiyon değerinin artacağı öngörülse de, bu kritik zaman dilimi asıldıktan sonra opsiyon değerinde bir

artis gözlenememistir. Bu durum, erteleme süresi boyunca kaybedilen nakit akislarina baglidir.

Tablo 5.4: Opsiyon degerinin ve GNBD'in T'ye göre degisimi

X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; σ =50%; r_f =7%; r_i =12%; δ =0%						
T_{max} (yil)	Max (C(E,t);C(E,T))	Statik NBD (YTL)	Gelistirilmis NBD (YTL)	OD / X	t_{ideal} (yil)	C(E,T) (YTL)
2	4544.05	-346.89	4197.16	37.87%	2	4544.05
2.25	4727.51	-346.89	4380.62	39.40%	2.25	4727.51
2.5	4839.96	-346.89	4493.07	40.33%	2.5	4839.96
2.75	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	4880.47
3	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	4847.95
3.25	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	4741.31
3.5	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	4559.58
3.75	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	4302.15
4	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	3969.05
4.25	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	3561.44
4.5	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	3082.35
4.75	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	2538.08
5	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	1940.61



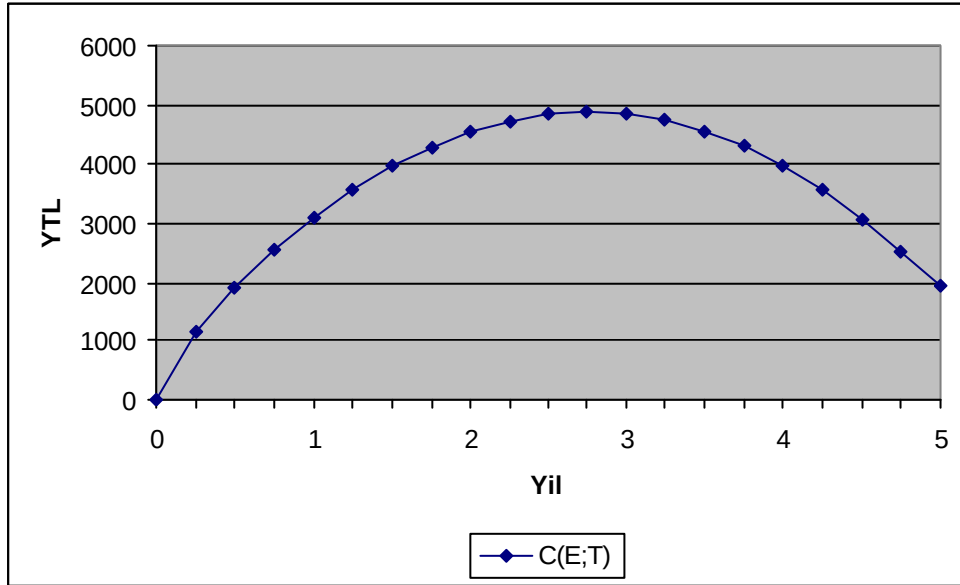
Sekil 5.1: Opsiyon degerinin ve GNBD'in T'ye göre degisimi

ABC firmasinin opsiyonu uygulayarak e-ticaret projesini gerçeklestirmeyi bu kritik zaman diliminin sonrasina atmasi durumunda rakiplere kaptirilan pazar payi ve nakit akislari neticesinde opsiyonun saglayacagi getiriye maksimize etme imkani bulamayacaktır.

Tablo 5.5: Çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların değeri

$X=12000YTL$; $X(\text{Degisim}\%) = 3\%$; $\sigma = 50\%$; $r_f = 7\%$; $r_i = 12\%$; $\delta = 0\%$; $T_{\max} = 5\text{yil}$

Ce0	0
Ce1	1136.41
Ce2	1911.35
Ce3	2552.97
Ce4	3101.40
Ce5	3570.39
Ce6	3965.74
Ce7	4289.93
Ce8	4543.79
Ce9	4727.26
Ce10	4839.71
Ce11	4880.23
Ce12	4847.73
Ce13	4741.10
Ce14	4559.38
Ce15	4301.97
Ce16	3968.88
Ce17	3561.29
Ce18	3082.23
Ce19	2537.97
Ce20	1940.53



Sekil 5.2: Çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların değeri

Tablo 5.5'te ve Sekil 5.2'de yatırım ufkunun bes yıl olarak belirlenmesi durumunda temel kurguyu oluşturan model parametreleri ile opsiyon değerinin zamana göre değişimi belirtilmiştir. Eğri üzerindeki her nokta, çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların sunduğu değeri vermektedir. Avrupa tipi opsiyonlar içinden

degeri en yüksek olanı Amerikan tipi erteleme opsiyonunun ideal uygulama zamanini vermektedir. Sekil 5.2'deki egrinin tepe noktasini olusturan Tablo 5.5'te verilen 4880.23 YTL degere sahip olan Ce11 numarali Avrupa tipi opsiyon ABC firmasinin e-ticaret projesini gerceklestirmesi gerektigi ideal yatırım zamaninin üçüncü yilin üçüncü çeyreginin sonunda oldugunu göstermektedir. Bunun sebebi, firmanin sahip oldugu Amerikan tipi erteleme opsiyonunun azami degerine bu zaman diliminin sonunda ulasmasidir.

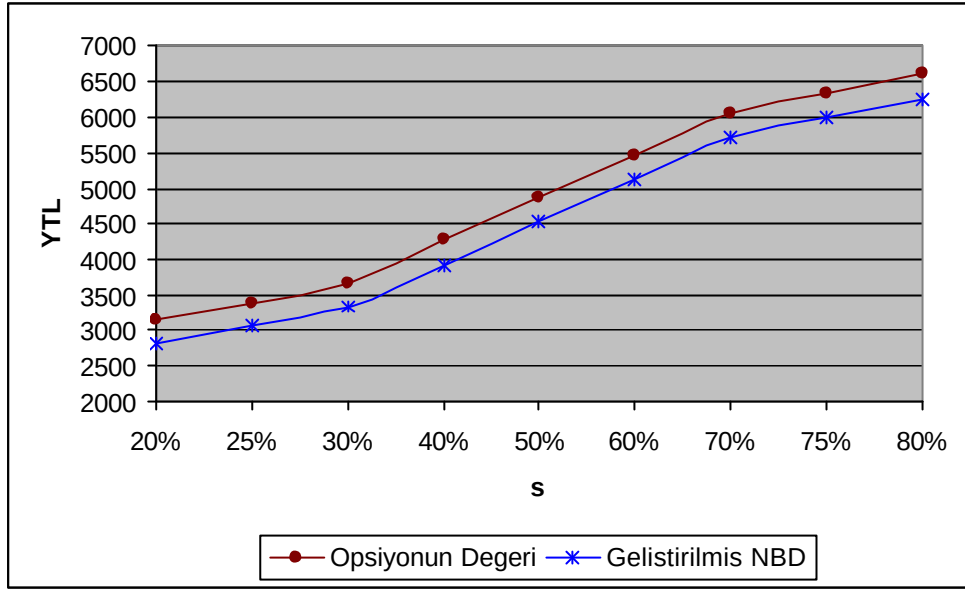
5.1.3.2 Belirsizligin (Volatilitenin) Etkisi

Belirsizligin göstergesi olarak kullanılan volatilité parametresi, modelde dinamik olarak arttirildikça, belirsizlik de artacagindan firmanin sahip oldugu erteleme

Tablo 5.6: σ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi

X(Degisim%) =3%; r_f =7%; r_i =12%; δ =0%; T_{max} =5yil							
X (YTL)	s	Max (C(E,t);C(E,T))	Statik NBD (YTL)	Gelistirilmis NBD (YTL)	OD / X	t_{ideal} (yil)	C(E,T) (YTL)
11000	20%	3758.86	653.13	4411.98	34.17%	2.5	619.18
11000	25%	3955.24	653.13	4608.36	35.96%	2.5	866.19
11000	30%	4183.44	653.13	4836.56	38.03%	2.5	1114.67
11000	40%	4696.14	653.13	5349.26	42.69%	2.75	1604.96
11000	50%	5245.62	653.13	5898.74	47.69%	2.75	2076.42
11000	60%	5796.36	653.13	6449.48	52.69%	2.75	2521.73
11000	70%	6336.04	653.13	6989.16	57.60%	2.75	2936.18
11000	75%	6599.27	653.13	7252.39	59.99%	2.75	3130.81
11000	80%	6857.16	653.13	7510.28	62.34%	2.75	3316.68
12000	20%	3146.71	-346.89	2799.82	26.22%	2.5	476.76
12000	25%	3400.40	-346.89	3053.51	28.34%	2.75	715.49
12000	30%	3684.22	-346.89	3337.33	30.70%	2.75	961.92
12000	40%	4278.25	-346.89	3931.36	35.65%	2.75	1457.68
12000	50%	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	1940.61
12000	60%	5474.46	-346.89	5127.57	45.62%	2.75	2399.74
12000	70%	6051.22	-346.89	5704.33	50.43%	2.75	2828.62
12000	75%	6331.25	-346.89	5984.36	52.76%	2.75	3030.41
12000	80%	6604.96	-346.89	6258.07	55.04%	2.75	3223.28
13000	20%	2612.27	-1346.87	1265.39	20.09%	2.75	366.67
13000	25%	2924.27	-1346.87	1577.39	22.49%	2.75	591.96
13000	30%	3246.08	-1346.87	1899.20	24.97%	2.75	832.20
13000	40%	3898.35	-1346.87	2551.47	29.99%	2.75	1327.51
13000	50%	4545.63	-1346.87	3198.75	34.97%	2.75	1817.96
13000	60%	5177.28	-1346.87	3830.40	39.83%	2.75	2288.06
13000	70%	5786.85	-1346.87	4439.97	44.51%	2.75	2729.26
13000	75%	6081.91	-1346.87	4735.03	46.78%	2.75	2937.32
13000	80%	6369.87	-1346.87	5022.99	49.00%	2.75	3136.44

opsiyonunun degeri de yükselme göstermektedir. Belirsizliğin azalması ise kesin kararlara varabilme olasılığını yükseltirken, opsiyon degerini düşürmektedir.



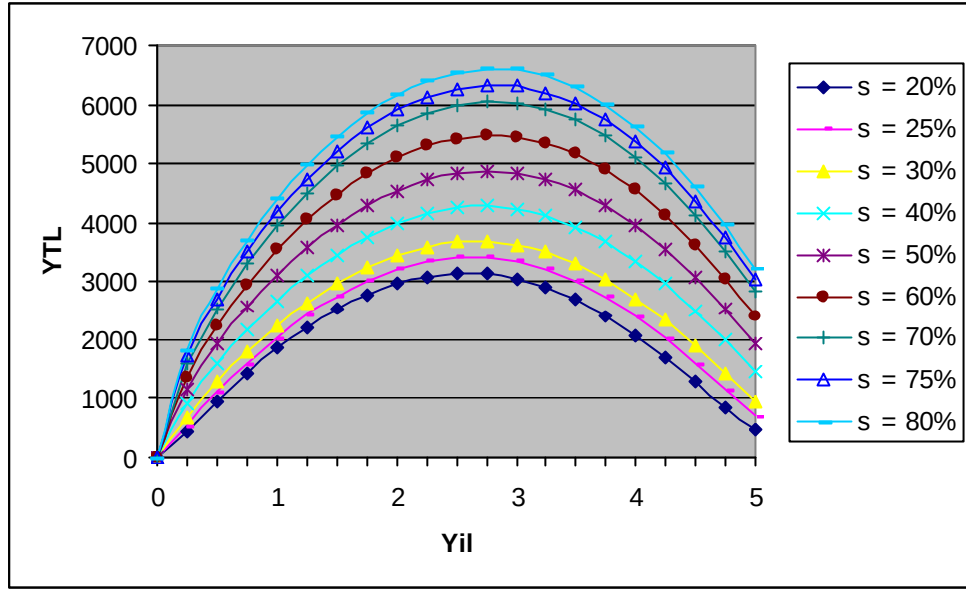
Sekil 5.3: σ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi

Belirsizliğin degisken tutulduğu, temel kurguyu olusturan diger model parametreleri ise sabit alınarak hesaplanan opsiyon degeri ve Gelistirilmiş NBD Sekil 5.3'de gösterilmistir. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere opsiyon degerini hesaba katan denklem, belirsizliğin mevcut olmadığı durumlarda, klasik NBD denklemine dönüşmektedir. Bu durum, klasik NBD analizinin, aslında opsiyon analizinde belirsizliğin mevcut olmadığı durumlardaki özel bir hali olduğunu göstermektedir. Bu etki yine Sekil 5.3'den de dolaylı olarak gözlenebilir; belirsizlik azaldıkça opsiyonun degeri düşmektedir.

Tablo 5.7 ve Sekil 5.4'te temel kurguyu olusturan model parametrelerinden sadece volatilité serbest bırakılarak, belirsizliğin yatırım ufku boyunca çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların degerleri üzerinde yarattığı etki gösterilmistir. Sekilden de anlasilacagi üzere belirsizliğin artması egrinin içbükeyliğini düzenli olarak arttırmaktadır. Egrilerin tepe noktaları ise degismemektedir. Diger bir deyişle belirsizliğin artması opsiyon degerini arttırırken; ideal yatırım zamanlaması üzerinde bir degisikliğe yol açmamaktadır. Tablo 5.7'den de görülebileceği üzere Avrupa tipi

Tablo 5.7: Temel kurguda σ 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi

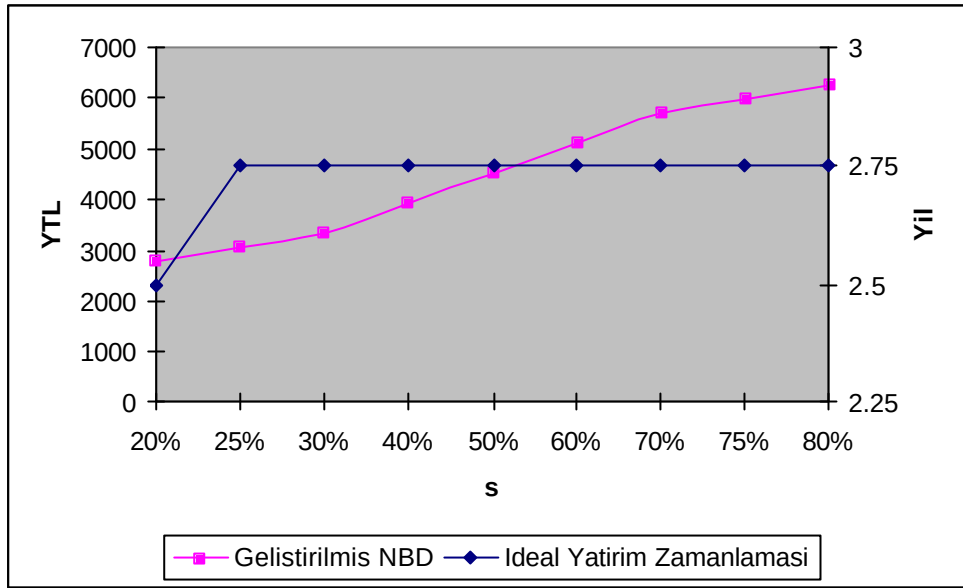
X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; r_f =7%; r_i =12%; δ =0%; $T_{\max}$ =5yil									
C(E,t) (YTL)	s								
	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%
Ce0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ce1	440.85	557.05	673.19	905.17	1136.60	1367.33	1597.20	1711.77	1826.07
Ce2	951.04	1108.75	1268.31	1589.67	1911.56	2232.51	2551.67	2710.38	2868.42
Ce3	1422.07	1602.28	1788.44	2168.92	2553.20	2937.23	3318.86	3508.32	3696.69
Ce4	1844.59	2039.52	2244.66	2669.48	3101.64	3534.27	3963.79	4176.64	4387.91
Ce5	2213.44	2419.44	2639.48	3099.83	3570.64	4042.33	4509.92	4741.15	4970.26
Ce6	2524.94	2740.39	2972.98	3463.11	3966.00	4469.71	4968.00	5213.82	5456.92
Ce7	2776.24	3000.57	3244.37	3760.24	4290.19	4820.35	5343.40	5600.75	5854.73
Ce8	2964.94	3198.23	3452.47	3991.10	4544.05	5096.00	5638.78	5905.06	6167.26
Ce9	3089.01	3331.71	3595.99	4155.04	4727.51	5297.15	5855.24	6128.16	6396.26
Ce10	3146.71	3399.51	3673.63	4251.11	4839.96	5423.56	5992.90	6270.35	6542.24
Ce11	3136.70	3400.40	3684.22	4278.25	4880.47	5474.46	6051.22	6331.25	6604.96
Ce12	3058.15	3333.49	3626.81	4235.43	4847.95	5448.79	6029.23	6309.95	6583.59
Ce13	2910.99	3198.50	3500.89	4121.75	4741.31	5345.33	5925.66	6205.18	6476.90
Ce14	2696.35	2996.02	3306.61	3936.72	4559.58	5162.82	5739.07	6015.46	6283.38
Ce15	2417.23	2728.07	3045.20	3680.46	4302.15	4900.14	5468.02	5739.22	6001.36
Ce16	2079.55	2398.81	2719.56	3354.11	3969.05	4556.55	5111.21	5374.98	5629.20
Ce17	1693.76	2015.76	2335.17	2960.52	3561.44	4132.03	4667.82	4921.57	5165.46
Ce18	1277.32	1591.67	1901.64	2505.26	3082.35	3627.91	4137.88	4378.55	4609.27
Ce19	857.92	1147.34	1435.08	1998.41	2538.08	3047.82	3523.16	3746.91	3960.98
Ce20	476.76	715.49	961.92	1457.68	1940.61	2399.74	2828.62	3030.41	3223.28



Sekil 5.4: Temel kurguda σ 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi

opsiyonların değer olarak en büyüğü belirsizliğin %20 olduğu durum hariç, her zaman için yatırım ufkunun üçüncü yılının üçüncü çeyreğinin sonunu ifade eden Ce11 numaralı Avrupa tipi opsiyon olmaktadır. Bu durum Sekil 5.5'te de belirtilmiştir.

Sekil 5.5'teki gösterim tarzı ile temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak belirsizliğin ideal yatırım zamanlaması üzerine olan etkisi incelendiğinde; opsiyon değerinin artış göstermesine rağmen göreceli olarak e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlaması üzerinde bir etki yaratmadığı gözlenmiştir. Sadece volatilité %25 seviyesinin altına indiğinde ideal yatırım zamanlamasının bir periyod öne gelerek üçüncü yılın ikinci çeyreğinin sonunda olması gerektiği gözlenmiştir. Karar vericiler belirsizlik azaldıkça daha net bir şekilde önlerini görebilecekleri için yatırımı daha öne çekebileceklerdir. Fakat benzer yatırımlar yapmak arzusunda olan yatırımcılar için de daha net karar verme koşulları oluşacağından paylaşılan ya da ortak opsiyonlar barındıran yatırımlar pazar dinamiklerini belirleyen stratejik yatırımlar olmaktan uzaklaşacaklardır. Piyasa koşullarının marjinal bir belirsizlik tasıdığı (volatilité %80 iken) durumda bile, modelimiz ideal yatırım zamanlaması için üçüncü yılın üçüncü çeyreğini işaret etmektedir.



Sekil 5.5: σ 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi

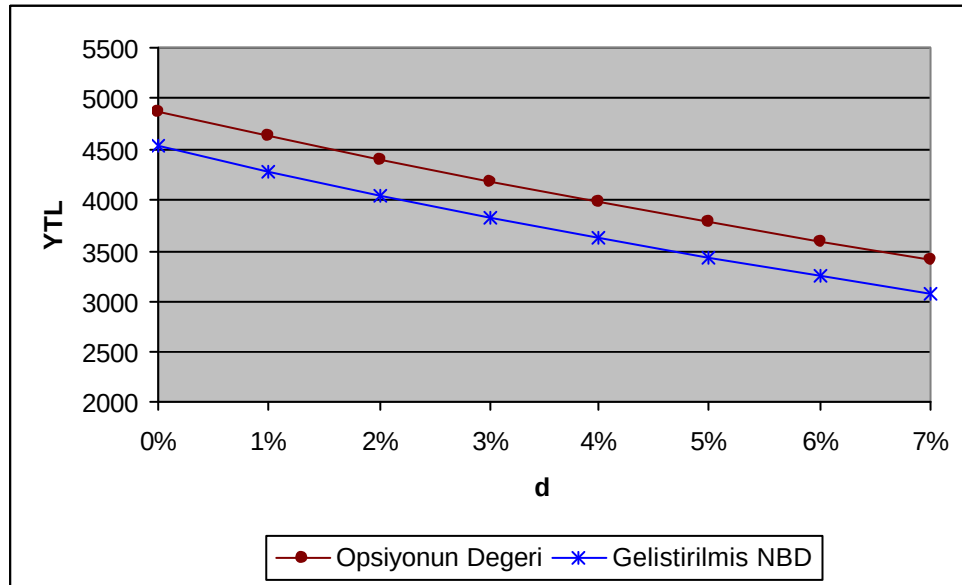
Tablo 5.7, Sekil 5.4 ve Sekil 5.5 dikkatli olarak incelendiginde, Ce10 numarali ve Ce11 numarali Avrupa tipi opsiyonlarin birbirlerine oldukça yakin degerlere sahip olduklari gözlenmistir. Bu Avrupa tipi opsiyonlarin degerleri birbirleriyle oranlandiginda aralarinda sadece %1'lik bir fark oldugu ortaya çikmistir. Sonuç olarak, ideal yatırım zamanlamasinin salt karar destek araçlarinin sundugu maksimum opsiyon degerleri dogrultusunda belirlenmesi bir takım stratejik unsurlarin göz ardi edilmesi tehlikesini ortaya koymaktadır. Pazar dinamiklerini dikkate alan bir yönetim, bir periyodluk bir zaman dilimi için olusan %1'lik farki yeterli görmeyerek, yatırım zamanlamasini bir çeyrek erkene alma kararini menfaatleri dogrultusunda arzu edebilir.

5.1.3.3 Getiri Kitliginin Etkisi

ABC firma yöneticilerinin projeyi erteleme riski rakiplerine gelirlerinin bir kismini kaptirmasi anlamina gelmektedir. Dolayisiyla projenin getiri oraninin, benzer riske sahip projelerden elde edilmesi beklenen getiri oraninin altina düşmesi beklenebilir. Buna bagli olarak, riskten kaçinan yatirimcilarin üstlendikleri riske karsi ekstra bir getiri elde etme beklentileri içinde olması dogaldır. ABC firmasi piyasada işlem görmemektedir fakat yine de bu husus firma sahibinin karsilasacagi fırsat maliyeti olarak düşünülebilir. Bu anlamda, getiri kitligi parametresi %0 ile risksiz getiri oranı olan 7% arasında degistirilerek matematiksel modelimize dahil edilmistir.

Tablo 5.8: δ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi

X(Degisim%) =3%; σ =50%; r_f =7%; r_i =12%; T_{max} =5yil							
X (YTL)	d	Max (C(E,t);C(E,T))	Statik NBD (YTL)	Gelistirilmis NBD (YTL)	OD / X	t_{ideal} (yil)	C(E,T) (YTL)
11000	0%	5245.62	653.125	5898.74	47.69%	2.75	2076.42
11000	1%	4991.08	653.125	5644.20	45.37%	2.75	1900.65
11000	2%	4759.63	653.125	5412.75	43.27%	2.5	1737.78
11000	3%	4539.50	653.125	5192.62	41.27%	2.5	1587.05
11000	4%	4327.47	653.125	4980.59	39.34%	2.5	1447.69
11000	5%	4123.33	653.125	4776.45	37.48%	2.5	1319.01
11000	6%	3936.83	653.125	4589.95	35.79%	2.25	1200.32
11000	7%	3760.90	653.125	4414.02	34.19%	2.25	1090.99
12000	0%	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	1940.61
12000	1%	4635.94	-346.89	4289.05	38.63%	2.75	1772.81
12000	2%	4401.30	-346.89	4054.41	36.68%	2.75	1617.64
12000	3%	4183.83	-346.89	3836.94	34.87%	2.5	1474.31
12000	4%	3981.54	-346.89	3634.65	33.18%	2.5	1342.07
12000	5%	3787.11	-346.89	3440.22	31.56%	2.5	1220.21
12000	6%	3600.31	-346.89	3253.42	30.00%	2.5	1108.05
12000	7%	3423.15	-346.89	3076.26	28.53%	2.25	1004.95
13000	0%	4545.63	-1346.87	3198.75	34.97%	2.75	1817.96
13000	1%	4311.02	-1346.87	2964.14	33.16%	2.75	1657.66
13000	2%	4086.22	-1346.87	2739.34	31.43%	2.75	1509.70
13000	3%	3870.94	-1346.87	2524.06	29.78%	2.75	1373.29
13000	4%	3667.78	-1346.87	2320.90	28.21%	2.5	1247.67
13000	5%	3482.83	-1346.87	2135.95	26.79%	2.5	1132.15
13000	6%	3305.44	-1346.87	1958.56	25.43%	2.5	1026.03
13000	7%	3135.38	-1346.87	1788.50	24.12%	2.5	928.68

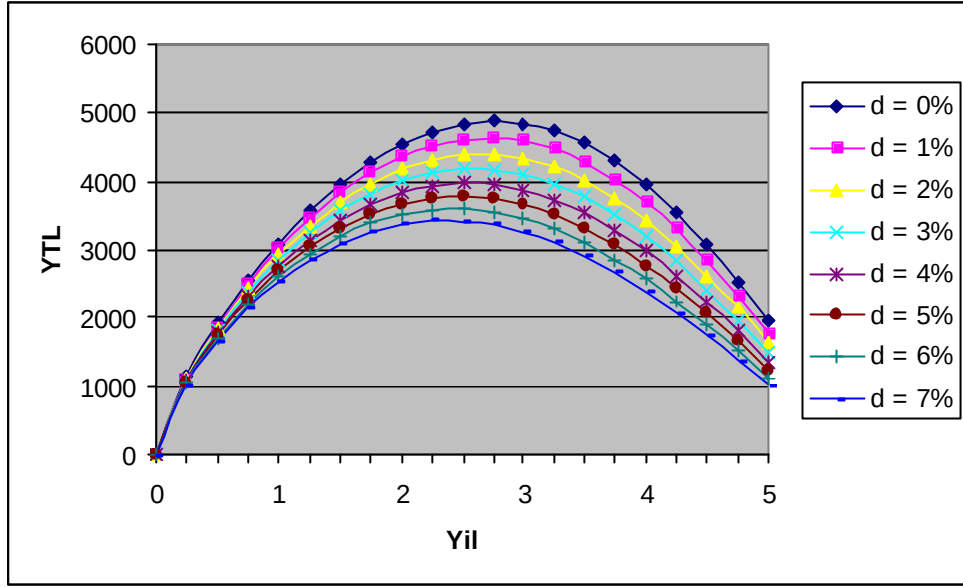
**Sekil 5.6:** δ 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi

Getiri kitliginin degisken tutulduğu, temel kurguyu olusturan diger model parametreleri ise sabit alinarak hesaplanan opsiyon değeri ve Gelistirilmiş NBD Sekil 5.6’da gösterilmistir. Getiri kitliginin azami seviyesinin %7 olarak belirlenmesinin sebebi, Black-Sholes modeli kabulleri çerçevesinde, risk-nötral bir dünyada bütün yatırımların beklenen getiri oranının risksiz getiri oranıyla eşit kabul edilmesidir.

Tablo 5.9: Temel kurguda δ ’nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi

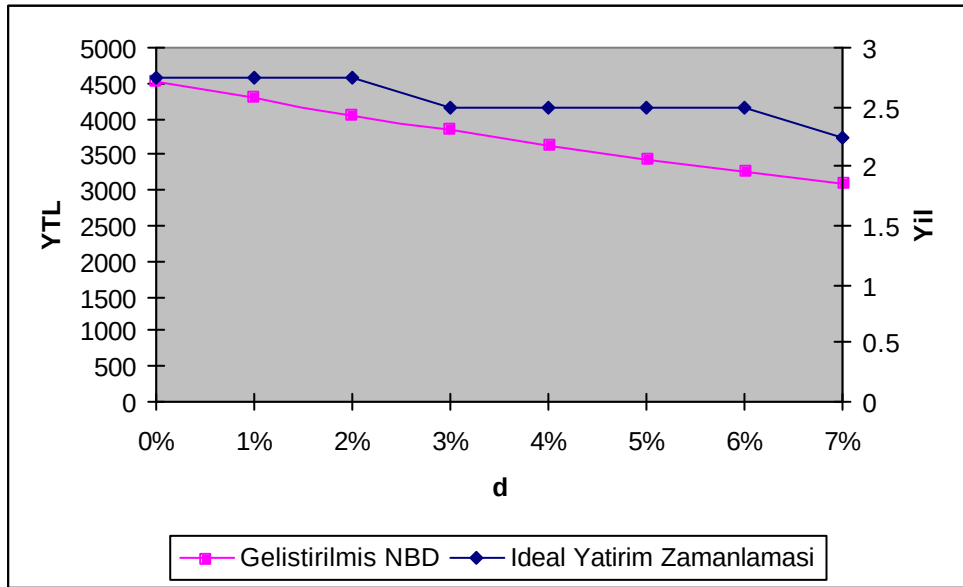
X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; σ =50%; r_f =7%; r_i =12%; $T_{\max}$ =5yıl								
C(E,t) (YTL)	d							
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
Ce0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ce1	1136.60	1120.87	1105.28	1089.85	1074.58	1059.45	1044.48	1029.66
Ce2	1911.56	1874.87	1838.69	1803.00	1767.81	1733.11	1698.91	1665.20
Ce3	2553.20	2493.22	2434.25	2376.31	2319.36	2263.42	2208.47	2154.49
Ce4	3101.64	3016.96	2933.98	2852.69	2773.07	2695.10	2618.76	2544.04
Ce5	3570.64	3460.56	3353.01	3247.97	3145.41	3045.30	2947.59	2852.26
Ce6	3966.00	3830.41	3698.34	3569.75	3444.56	3322.73	3204.21	3088.95
Ce7	4290.19	4129.58	3973.59	3822.16	3675.19	3532.60	3394.31	3260.25
Ce8	4544.05	4359.46	4180.71	4007.69	3840.28	3678.36	3521.81	3370.52
Ce9	4727.51	4520.55	4320.73	4127.90	3941.89	3762.53	3589.67	3423.15
Ce10	4839.96	4612.82	4394.18	4183.83	3981.54	3787.11	3600.31	3420.94
Ce11	4880.47	4635.94	4401.30	4176.24	3960.49	3753.78	3555.84	3366.39
Ce12	4847.95	4589.46	4342.18	4105.77	3879.87	3664.14	3458.25	3261.86
Ce13	4741.31	4472.91	4216.98	3973.10	3740.84	3519.80	3309.56	3109.72
Ce14	4559.58	4285.99	4026.00	3779.09	3544.77	3322.54	3111.94	2912.49
Ce15	4302.15	4028.79	3769.93	3524.98	3293.37	3074.53	2867.92	2673.01
Ce16	3969.05	3702.03	3450.12	3212.67	2989.01	2778.54	2580.62	2394.68
Ce17	3561.44	3307.56	3069.03	2845.12	2635.12	2438.33	2254.10	2081.78
Ce18	3082.35	2849.08	2630.91	2427.04	2236.73	2059.25	1893.90	1740.00
Ce19	2538.08	2333.42	2142.98	1965.97	1801.62	1649.17	1507.93	1377.22
Ce20	1940.61	1772.81	1617.64	1474.31	1342.07	1220.21	1108.05	1004.95

Tablo 5.9 ve Sekil 5.7’de temel kurguyu olusturan model parametrelerinden sadece getiri kitligi serbest bırakılarak, getiri kitliginin yatırım ufku boyunca çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların değerleri üzerinde yarattığı etki gösterilmiştir. Getiri kitligi %0 ile %7 arasında yüzde birlik oranda artış gösterdikçe opsiyon değeri ve Gelistirilmiş NBD azalmıştır. Sekilden de anlaşılabileceği üzere, getiri kitliginin artması eğrinin içbükeyliğini düzenli olarak azaltmaktadır. Eğrilerin tepe noktaları ise değismektedir.



Sekil 5.7: Temel kurguda δ 'nin Avrupa tipi opsiyonların değerine olan etkisi

Sekil 5.8'deki gösterim tarzı ile, temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak getiri kitliğindeki artışın ideal yatırım zamanlaması üzerine olan etkisi incelendiğinde; opsiyon değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla firma sahibi ya da genel olarak riskten kaçınan yatırımcılar e-ticaret projesinin daha önceki bir tarihte uygulanmasını tercih edeceklerdir. Kırılma noktaları sekilden de görülebilece-



Sekil 5.8: δ 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi

gi üzere getiri kitliğinin %3'ler mertebesine ve bir sonraki adımda ise %7 mertebesine çıktığı yerlerde olmaktadır. Bu durum ideal yatırım zamanlamasını sırasıyla üçüncü yılın üçüncü çeyreginden, üçüncü yılın ikinci çeyreğine ve

sonrasında getiri kitleğinin en üst değerine yükselmesiyle beraber üçüncü yılın birinci çeyreğine kadar çekmektedir.

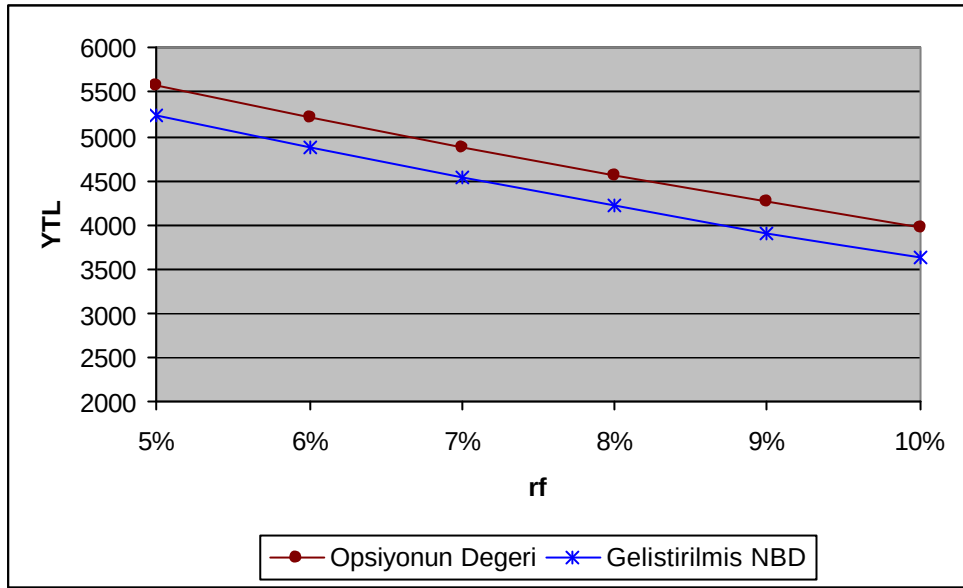
5.1.3.4 Risksiz Getiri Oranının Etkisi

Teorik olarak, risksiz getiri oranındaki artış gelecekteki nakit akıslarının bugünkü değerini azaltmakla beraber yatırımı gerçekleştirmek için beklemenin olası değerini arttırır. Finansal opsiyonlar teorisi, opsiyon değerini etkileyebilen tüm diğer parametreler sabit iken, risksiz getiri oranındaki artışın opsiyon değerini arttırdığını söylemektedir. Ancak önceki bölümlerde belirtildiğı üzere literatürde bu görüşün aksini savunan çok sayıda araştırma mevcuttur.

Tablo 5.10: r_f 'nin opsiyonun değerine ve GNBD'e olan etkisi

X(Degisim%) =3%; σ =50%; δ =0%; T_{max} =5yıl									
X (YTL)	r_f	r_i	Max (C(E,t);C(E,T))	Statik NBD (YTL)	Gelistirilmiş NBD (YTL)	OD / X	t_{ideal} (yıl)	C(E,T) (YTL)	
11000	5%	10%	5987.62	1892.56	7880.18	54.43%	2.5	2348.15	
11000	6%	11%	5603.71	1257.25	6860.96	50.94%	2.75	2208.11	
11000	7%	12%	5245.62	653.12	5898.74	47.69%	2.75	2076.42	
11000	8%	13%	4909.55	78.60	4988.15	44.63%	2.75	1952.56	
11000	9%	14%	4594.21	-467.78	4126.42	41.77%	2.75	1836.09	
11000	10%	15%	4298.37	-987.45	3310.91	39.08%	2.75	1726.55	
12000	5%	10%	5582.77	-346.89	5235.88	46.52%	2.75	2195.70	
12000	6%	11%	5220.31	-346.89	4873.42	43.50%	2.75	2064.23	
12000	7%	12%	4880.47	-346.89	4533.58	40.67%	2.75	1940.61	
12000	8%	13%	4561.90	-346.89	4215.01	38.02%	2.75	1824.39	
12000	9%	14%	4263.34	-346.89	3916.45	35.53%	2.75	1715.12	
12000	10%	15%	3983.59	-346.89	3636.70	33.20%	2.75	1612.38	
13000	5%	10%	5212.51	-107.43	5105.07	40.10%	2.75	2057.93	
13000	6%	11%	4868.14	-742.745	4125.39	37.45%	2.75	1934.23	
13000	7%	12%	4545.63	-1346.87	3198.75	34.97%	2.75	1817.96	
13000	8%	13%	4243.66	-1921.39	2322.26	32.64%	2.75	1708.67	
13000	9%	14%	3966.07	-2467.78	1498.28	30.51%	3	1605.94	
13000	10%	15%	3709.59	-2987.45	722.134	28.54%	3	1509.37	

Yapılan analizde ABC firmasının e-ticaret projesinin nakit akıslarının iskontolanmasında kullanılan oran, risksiz getiri oranının bir parametresi olarak tanımlanmış ve temel kurgudaki oranlar arası %5'lik fark sabit tutulmuştur. Risksiz getiri oranının değışken tutulduğu, temel kurguyu oluşturan diğer model parametreleri ise sabit alınarak hesaplanan opsiyon değeri ve Gelistirilmiş NBD Şekil 5.9'da gösterilmiştir. Risksiz getiri oranının %5 ile %10 değeri arasında artış göstermesi opsiyon değerini ve dolayısıyla Gelistirilmiş NBD'i düşürmektedir.



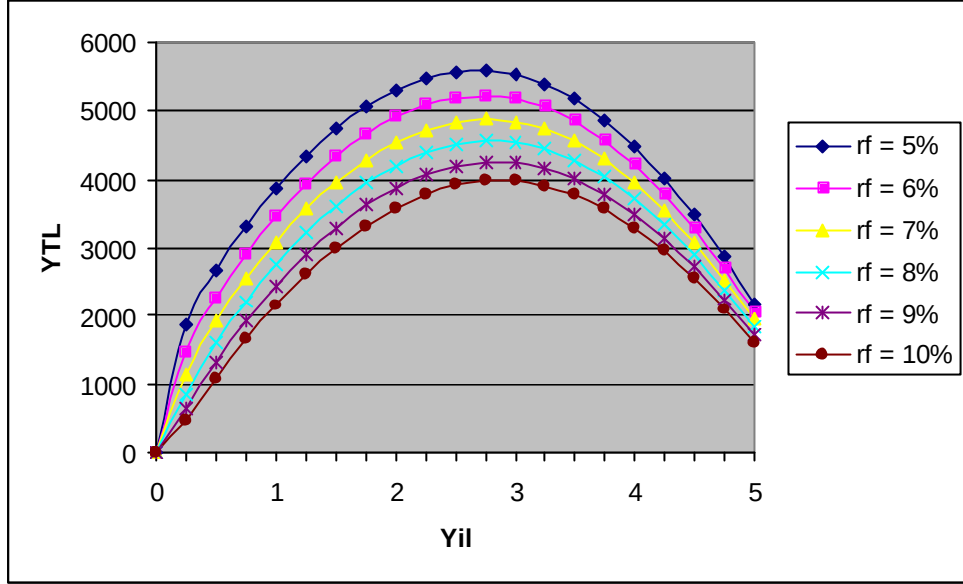
Sekil 5.9: r_f 'nin opsiyonun degerine ve GNBD'e olan etkisi

Tablo 5.11: Temel kurguda r_f 'nin Avrupa tipi opsiyonların degerine olan etkisi

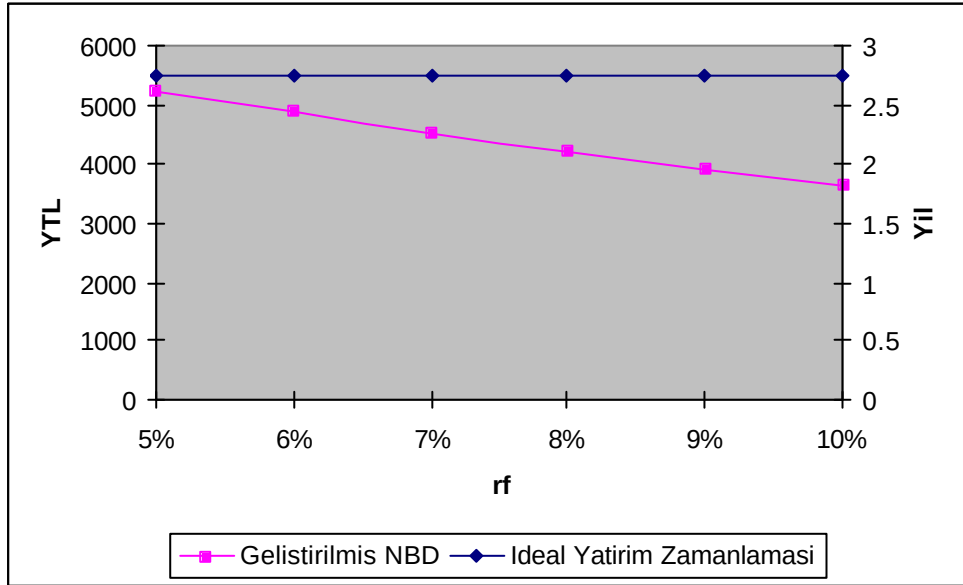
X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; σ =50%; δ =0%; $T_{\max}$ =5yil						
C(E,t) (YTL)	r_f					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Ce0	0	0	0	0	0	0
Ce1	1872.55	1473.45	1136.60	858.38	633.85	457.10
Ce2	2678.53	2271.97	1911.56	1594.77	1318.80	1080.65
Ce3	3332.33	2923.30	2553.20	2219.83	1920.96	1654.32
Ce4	3884.10	3475.56	3101.64	2760.33	2449.67	2167.72
Ce5	4351.20	3945.08	3570.64	3226.02	2909.40	2619.06
Ce6	4741.00	4338.75	3966.00	3620.99	3302.03	3007.53
Ce7	5056.64	4659.54	4290.19	3946.94	3628.20	3332.47
Ce8	5299.15	4908.46	4544.05	4204.36	3887.89	3593.23
Ce9	5468.36	5085.44	4727.51	4393.08	4080.73	3789.11
Ce10	5563.36	5189.76	4839.96	4512.52	4206.11	3919.45
Ce11	5582.77	5220.31	4880.47	4561.90	4263.34	3983.59
Ce12	5524.99	5175.74	4847.95	4540.34	4251.71	3980.93
Ce13	5388.29	5054.68	4741.31	4446.99	4170.57	3911.00
Ce14	5171.06	4855.85	4559.58	4281.14	4019.47	3773.58
Ce15	4872.03	4578.32	4302.15	4042.48	3798.34	3568.81
Ce16	4490.62	4221.84	3969.05	3731.30	3507.71	3297.43
Ce17	4027.44	3787.31	3561.44	3348.98	3149.15	2961.19
Ce18	3485.23	3277.63	3082.35	2898.68	2725.92	2563.43
Ce19	2870.37	2699.13	2538.08	2386.62	2244.18	2110.23
Ce20	2195.70	2064.23	1940.61	1824.39	1715.12	1612.38

Tablo 5.11 ve Sekil 5.10'da temel kurguyu olusturan model parametrelerinden sadece risksiz getiri orani serbest birakilarak, risksiz getiri oraninin yatırım ufku boyunca çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların degerleri üzerinde yarattigi etki gösterilmistir. Risksiz getiri orani %5 ile %10 degerleri arasında yüzde

birlik oranda artis gösterdikçe opsiyonun degeri ve Gelistirilmis NBD azalmistir. Sekilden de anlasilacagi üzere risksiz getiri oraninin artmasi, egrinin içbükeyligini düzenli olarak azaltmaktadır. Egrilerin tepe noktalarl ise degismemektedir.



Sekil 5.10: Temel kurguda r_f 'nin Avrupa tipi opsiyonların degerine olan etkisi



Sekil 5.11: r_f 'nin GNBD ve IYZ'na olan etkisi

Sekil 5.11'deki gösterim tarzi ile temel kurguyu olusturan model parametreleri kullanilarak risksiz getiri oraninin ideal yatırım zamanlamasi üzerine olan etkisi incelendiginde; opsiyon degerinin düşüş göstermesine ragmen göreceli olarak e ticaret projesinin ideal yatırım zamanlamasi üzerinde bir etki yaratmadığı

gözlenmiştir. Model yine ideal yatırım zamanının üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonu olması gerektiğini göstermektedir.

Yukarıdaki iki boyutlu grafiksel analizlere ek olarak Excel'in Pivot Table özelliği kullanılarak opsiyon değerini ve ideal yatırım zamanlamasını etkileyen parametrelerle iki değişkenli analizler yapılmıştır. Model parametreleri ikiserli gruplar halinde serbest bırakılmış ideal yatırım zamanlaması ve opsiyon değeri üzerinde yarattığı sinerjik etki incelenmiştir. EK B'de verilen bu tablolardan ve şekillerden görüleceği üzere model parametrelerinin opsiyon değeri üzerinde yarattığı etkiler yukarıdaki analizlerimizle tutarlılık içerisindedir.

5.1.3.5 Yatırım Maliyetinin Etkisi

e-ticaret projesinin gerçekleşme maliyetindeki değişimin ideal yatırım zamanlaması üzerindeki etkisinin irdelenmesi amacıyla matematiksel modelimizdeki projenin gerçekleştirilme maliyeti olan 12000 YTL'lik temel kurguya ek olarak 11000 YTL'lik ve 13000 YTL'lik alternatif proje maliyetleri için de değerlendirme yapılmıştır (Tablo 5.12). Elde edilen sonuçlar, teknolojik gelişmeye paralel olarak proje maliyetindeki farklı ucuzlama beklentileri de dikkate alınarak incelenmiştir. Ancak, proje maliyetindeki yıllık bazdaki bu değişimler ideal yatırım zamanlamasını değiştirmemektedir. Model yine ideal yatırım zamanının üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonu olması gerektiğini göstermektedir.

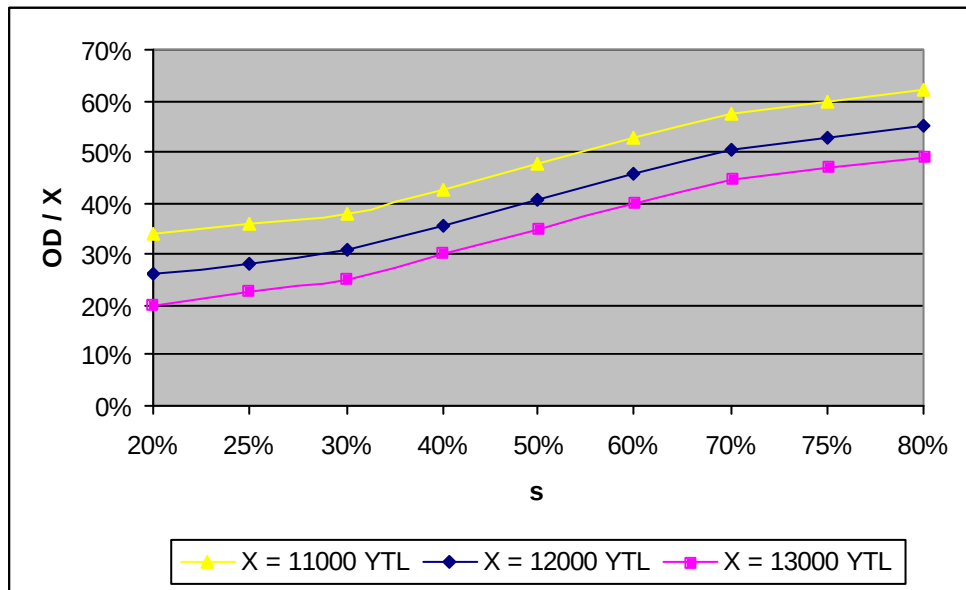
Tablo 5.12: Opsiyonun değerinin ve GNBD'in X'e göre değişimi

$\sigma=50\%; r_f=7\%; r_i=12\%; \delta=0\%; T_{\max}=5\text{yıl}$							
X (YTL)	X Deg.	Max (C(E,t);C(E,T))	Statik NBD (YTL)	Gelistirilmiş NBD (YTL)	OD/ X	t_{ideal} (yıl)	C(E,T) (YTL)
11000	2%	5130.23	653.12	5783.35	46.64%	2.75	1998.09
11000	3%	5245.62	653.12	5898.74	47.69%	2.75	2076.42
11000	4%	5360.88	653.12	6014.00	48.74%	2.75	2155.4
12000	2%	4765.20	-346.87	4418.32	39.71%	2.75	1863.71
12000	3%	4880.47	-346.87	4533.59	40.67%	2.75	1940.61
12000	4%	4995.86	-346.87	4648.98	41.63%	2.75	2018.37
13000	2%	4431.21	-1346.87	3084.33	34.09%	2.75	1742.65
13000	3%	4545.63	-1346.87	3198.75	34.97%	2.75	1817.96
13000	4%	4660.42	-1346.87	3313.54	35.85%	2.75	1894.29

Buna ek olarak baska bir firmadan da muadil bir proje için fiyat (hizmetin) alınması durumunda aradaki farkın yazılım ve donanım maliyetleri çıkarıldığında uzman görüşü dahilinde 10% civarında olduğu belirtilmektedir. Bu anlamda modelimizin kapsadığı değişik proje maliyetleri parametreleri farklı firmaların verebileceği muadil projelerin fiyatlarını kapsayacak şekilde opsiyonu değerlendirme imkanını bize sunmuştur. Diğer bir deyişle muadil olarak kabul edilebilecek farklı bir e-ticaret projesi satın alınsa da bu pazar koşulları dikkate alındığında ideal yatırım zamanlamasını etkilemeyecektir.

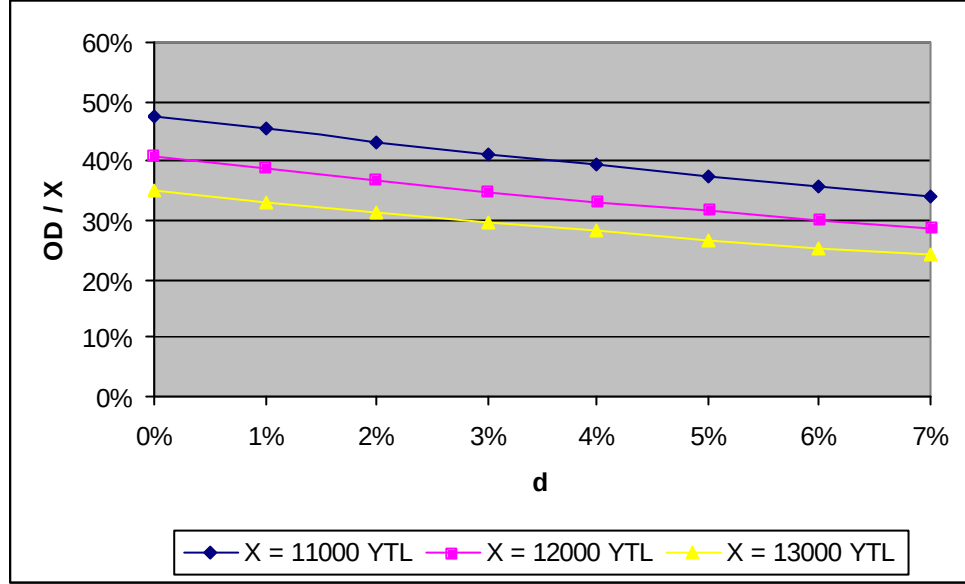
5.1.3.6 Model Parametrelerinin Opsiyon Değeri Üzerindeki Birim Etkileri

ABC firmasının sahip olduğu yatırım imkanından bağımsız olarak aynı pazara yönelik hizmet veren ve benzer yatırım olanaklarına sahip firmalara yönelik bir genelleme de yapılabilir. Burada önemli olan husus kendilerini ABC firmasıyla mukayese edecek firmaların ölçükleri ve riske karşı olan stratejik yaklaşımlarıdır. Bu iki unsur diğer firmaların yöneticileri tarafından dikkatli bir şekilde nicikleştirilebilirse, modelimizin sunduğu sonuçlardan bu firmaların gerçekleştireceği yatırımların ideal yatırım zamanlaması için de genel kanılara varmak mümkün olacaktır. Bu anlamda opsiyon değerine etki eden model parametrelerinin, opsiyonun sunduğu değer yatırım maliyetine bölünmesiyle elde edilen, birim opsiyon değeri üzerinde yarattığı etkiye bakmak doğru olacaktır.



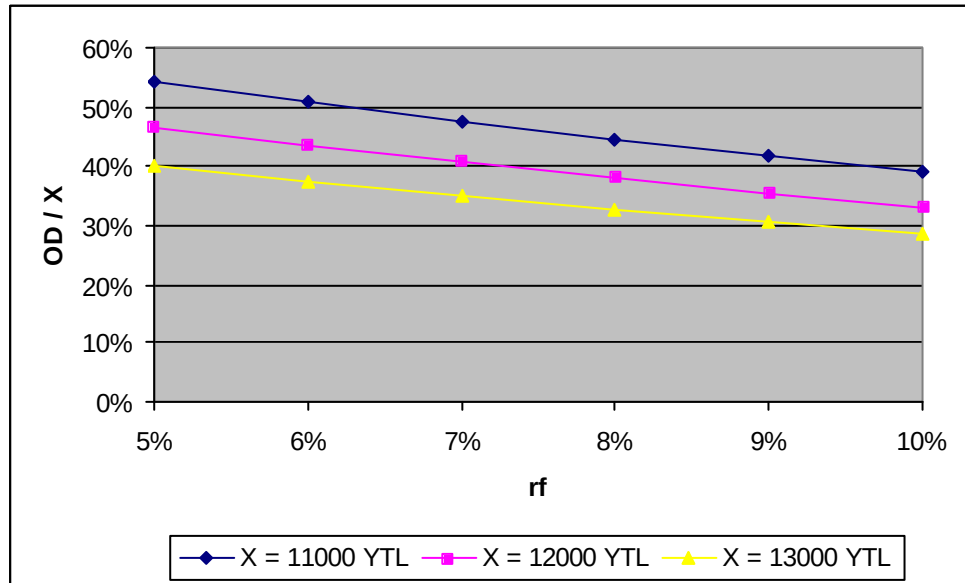
Sekil 5.12: σ 'nin opsiyon değeri üzerinde yarattığı birim etki

Bu anlamda 11000 YTL, 12000 YTL ve 13000 YTL’lik yatırım maliyetleri dikkate alınarak sirasiyla belirsizligin, getiri kitliginin ve risksiz getiri oraninin yarattigi birim etkiye bakilmistir.



Sekil 5.13: δ 'nin opsiyon degeri üzerinde yarattigi birim etki

Sekil 5.12’de görüldüğü üzere yatırımın maliyeti düştükçe, belirsizlikteki artisın opsiyon degeri üzerindeki olumlu etkisi daha güçlü bir sekilde olusmaktadır. Getiri kitligindeki artisın opsiyon degeri üzerinde yarattigi olumsuz etki Sekil 5.13’de gösterilmistir; yatırım maliyeti arttikça daha yüksek oranlarda hissedilmektedir.



Sekil 5.14: r_f 'nin opsiyon degeri üzerinde yarattigi birim etki

Son olarak risksiz getiri oranındaki artisın opsiyon degeri üzerindeki olumsuz etkisi Sekil 5.14’de gösterilmistir. Bu olumsuz etki yatirimın maliyeti arttikça daha belirgin bir hale gelmektedir.

5.1.4 Degerleme Sonuçlari

Yapılan derinlemesine analizden görüldüğü üzere, firma yöneticilerinin uzman görüşü dahilinde belirlenen ve gerçekleşme olasılığı daha yüksek bir olasılığa sahip olan temel kurgumuzu oluşturan model parametrelerinden erteleme opsiyonun değerini ve ideal yatırım zamanlamasını özellikle belirsizlik ve getiri kitliği parametreleri etkilemektedir. Risksiz getiri oranındaki artis genel olarak opsiyon değerini düşürse dahi ideal yatırım zamanlamasını etkilemektedir. Bes yıllık yatırım ufku içerisinde, belirsizlik parametresine bağlı olarak opsiyon değerinin azami değerine ulaştığı Avrupa tipi opsiyon, ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın üçüncü çeyregini isaret eden Ce11 numaralı opsiyondur. Bununla beraber ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın ikinci çeyregini isaret eden Ce10 numaralı Avrupa tipi opsiyonun sağladığı değer ile aralarında %1’lik bir fark mevcuttur. Firma yönetimi için bu %1’lik farkı kazanmak amacıyla projeyi bir periyod daha ertelemek cezbedici olmayabilir. Bir başka deyişle ideal yatırım zamanlamasını üçüncü yılın ikinci çeyregi olarak seçmesi beklenebilir. ABC firmasının yöneticilerini yatirim zamanlamasını bir çeyrek önceye alma düşüncesi getiri kitliği parametresinin opsiyon değerine olan etkisi dikkate alındığında daha da belirgin hatta stratejik olarak rasyonel olabilir. Temel kurgu dahilinde getiri kitliği %3 ila %6 arasında bir degere sahip olduğunda, ideal yatırım zamanlamasının üçüncü yılın üçüncü çeyreginden, üçüncü yılın ikinci çeyregine gerilediği gözlenmektedir. Bu bilgiler isiginda, getiri kitliği ile açığa çıkartılan riskten kaçınan yatırımcıların ideal yatırım zamanlaması üzerindeki tutumları ile yatirimi bir çeyrek önce gerçekleminin opsiyon degeri üzerinde yaratacağı kaybın %1 gibi ihmal edilebilir bir seviyede olması kosullari birarada değerlendirildiğinde ABC firmasının e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın ikinci çeyregini seçmesi beklenebilir.

6. SONUÇ

Sermaye bütçeleme teknikleri, genel olarak yatırım portföylerinin oluşturulması ve yönetilmesi için karar vericilerin faydalandıkları finansal yaklaşımlardır. Portföy içerisindeki yatırımların analiz edilmesiyle, hangi yatırımların gerçekleşmesinin rasyonel olduğu ve bunun için en doğru zamanlamanın ne olacağını belirlemek mümkündür. Fakat bir yatırımın gerçek değerinin belirlenmesi hiç de kolay bir işlem değildir. Çoğu zaman yatırımların bünyelerinde barındırdıkları belirsizlik unsuru değerlendirme işlemini oldukça zahmetli bir hale sokmaktadır. Klasik yatırım değerlendirme yaklaşımları belirsizlik unsurunu yatırımı değerlendirme sürecine katmaktan geri kaldıkları için, çoğu zaman karar vericiler sezgilerine ve uzman görüşlerine güvenerek bu unsuru yönetmeye çalışmaktadırlar. Ancak karar vericilerin yatırımın gidişatını etkileyecek kararları salt sezgisel yaklaşımlara bağlı olarak alması doğru değildir. Bu tür durumlarda yatırımın farklı piyasa koşulları dikkate alınarak analiz edilmesi, firmanın uzun vadedeki stratejilerini daha sağlam temellere oturtarak geliştirmesine yardımcı olacaktır.

Belirsizlik içinde rekabet eden firmaların ihtiyacı, yatırım değerinin öngörülmesi bir senaryo dahilinde belirlenmesinden, gelecekte gerçekleşmesi muhtemel farklı piyasa koşulları için optimal kararları almalarına yardımcı olacak bir stratejidir ve NBD, IVO, KA gibi yatırım değerlendirme metodları, belirsizliği ve yönetsel esneklikleri bu anlamda değerleyemedikleri için firmalara bu imkanı sunamamaktadır. Karar vericiye yüzeysel, yalın analizler sunmakta; kapsamlı bir yol haritası çizmekten uzak kalmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemler günümüz piyasa koşullarında sınırlı kullanım alanına sahiptir.

Bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışan gerek akademisyenler gerekse de yöneticiler piyasadaki beklenmedik gelişmelere ayak uydurabilecek şekilde firmalara esneklik sağlayacak yeni yaklaşımların arayışı içindedirler. Bu noktada opsiyonlar teorisinin yatırımları değerlemede kullanılması yöneticilere aradıkları esnekliği sağlamaktadır. Opsiyon teorisi sayesinde klasik yatırım değerlendirme yöntemlerinin yetersizlikleri ortadan kaldırılmıştır; çünkü opsiyonlar teorisi, yatırımlardaki geri

dönülmezligi, belirsizligi ve gelecekte olacak bir olayın parasal boyutunu karar verme sürecine katma imkanı sunmaktadır. Buna rağmen, reel opsiyonlar metodu, şimdiye kadar varolan tekniklerin tamamıyla yerini alacak bir yatırım değerlendirme aracı olarak görülmemelidir. NBD metodu ve reel opsiyonlar metodu karar verme aşamasında birbirini tamamlayan araçlar olarak düşünülmelidir.

Bilisim teknolojileri projeleri, doğal gereği birçok dinamiği ve belirsizliği içlerinde barındırmaktadır ve bu tür yatırımların ideal zamanlaması kritik bir önem taşımaktadır. Bu anlamda teknoloji ve teknolojinin getirdiği yeniliklerin piyasaya yansımadaki çabukluk ve belirsizlik reel opsiyonlar metodu ile modellenmeye uygundur.

Bu tez kapsamında sunulan çalışma temel olarak reel opsiyonlar metodu kullanılarak bilisim teknolojileri yatırımlarının değerlemesi üzerinedir. Çalışma, ülkemizde e-ticaret sektöründe halen faaliyet göstermekte olan gerçek bir firmanın sahip olduğu bilisim teknolojisi projesinin ideal zamanlamasının reel opsiyonlar yaklaşımını temel alan bir matematiksel modelle araştırılması açısından özgünlük taşımaktadır. Reel opsiyon yaklaşımında ideal yatırım zamanlamasının tespiti, dinamik programlama gibi karmaşık teknikleri gerektirmekte ve bu teknikler ise değişken sayısı arttıkça ve yatırım ufku uzadıkça çözüm süresi anlamında uygulanabilirliklerini yitirmektedir.

Sunulan matematiksel model, analitik olarak çözümü mümkün olmayan ideal yatırım zamanlaması problemine, kabul edilebilir hassasiyette, hızlı, etkin ve özgün bir çözüm önermektedir ve literatürde mevcut diğer nümerik metodları ve ağaç yöntemlerini temel alan çözüm önerilerine karşı önemli bir avantaj sunmaktadır. Çalışmada bu avantaj, karar vericilerin hizmetine model parametreleri cinsinden daha fazla sayıda olası senaryonun derinlemesine incelenmesi ve değerlendirilmesi şeklinde yansıtılmıştır. Sonuçların grafik ve tablolarla görselleştirilmesi bir karar destek sistemini ortaya koymuştur. Bunlara ek olarak hesaplanan ideal yatırım zamanlaması karar vericilere yönelik bir optimizasyon çerçevesi de teskil etmektedir.

Çalışmada, opsiyon değerlendirme modeli olarak yaygın kullanılan, sürekli zaman çözüm yöntemlerinden kapalı formdaki çözüm yöntemi olan, Black-Scholes modeliyle kesikli zaman yöntemlerinden binom modeli birbirleriyle mukayese edilmiş ve bilisim teknolojileri yatırımları gibi piyasada aktif olarak işlem görmeyen yatırımların değerlemesinde ne şekilde kullanılabileceği irdelenmiştir. Sonuç olarak; Black-Scholes modelinin binom modeline göre işlemsel açıdan daha kolay bir

yöntem olması, belirli bir adım sayısından sonra binom modelinin Black-Scholes tarafından ortaya konulan analitik çözüme yakınsaması, ayrıca her iki yaklaşımın da risk-nötral davranış gibi bazı ortak varsayımları kabulleniyor olmaları, uygulamamız için Black-Scholes modelinin binom modeline göre daha elverişli bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Yukarıda bahsedilen avantajlarına karşın, standart Black-Scholes modelini kullanarak projenin bünyesinde barındırdığı opsiyonun değerlendirilmesi ve ideal yatırım zamanlamasının belirlenmesi mümkün değildir. Dolayısıyla standart Black-Scholes modeli üzerinde bazı düzenlemelere gidilerek mevcut opsiyonu değerlemede kullanılacak matematiksel modelimiz oluşturulmuştur. Bu bağlamda aşağıda yapılan düzenlemeler belirtilmiştir.

Proje ertelenebilirlik esnekliği tasimasından dolayı yatırım ufku boyunca uygun koşulların oluştuğu herhangi bir anda gerçekleştirilebilir yapıdadır. Bu nedenle Amerikan tipi opsiyonlarla modellenmeye uygundur. Dolayısıyla normalde Avrupa tipi opsiyonları değerlendirilmede kullanılan standart Black-Scholes modelinin, Amerikan tipi opsiyonları değerlendirilmede kullanılabilmesi için, Black yaklaşımı matematiksel modelimize dahil edilmiştir.

Firmanın projenin ertelenmesi nedeniyle oluşacak fırsat maliyetine ve rakiplerine kaptıracağı pazar payı neticesinde kazanç kaybına maruz olmasından dolayı riskten kaçınan yatırımcıların beklentilerinin opsiyon değerini ve ideal yatırım zamanlamasını ne şekilde etkileyeceği önemlidir. Halbuki standart Black-Scholes modeli yatırımcıların risk-nötral olduğunu, diğer bir deyişle üstlendikleri riske karşı ekstra bir getiri beklentisi içerisinde olmadıklarını, dolayısıyla bir yatırımın sağlaması gereken getiri oranının, risksiz getiri oranı olduğunu varsaymaktadır. Bununla beraber rakiplere kaptırılan pazar payı ve kazançlar, yatırımcıların yatırımdan bekledikleri getiri oranı benzer riskler taşıyan mukayese edilebilir bir yatırımın altına düşebilir ve bu riskten kaçınan yatırımcıların yatırıma karşı olan tutumlarını etkileyecektir. Bu anlamda getiri kitliği parametresi standart Black-Scholes denklemine dahil edilerek matematiksel modelimiz son halini almıştır.

Standart Black-Scholes modeline yapılan düzenlemeler ile Microsoft Excel ortamında bir otomasyon sunacak şekilde geliştirilen matematiksel modelimizle yatırımın bünyesindeki belirsizlik ve esneklik unsurları ekonomik değerlendirme sürecine katılarak analiz edilmiş ve bir değer biçilmiştir. Opsiyonun sunduğu bu

değer ile klasik NBD metodu kullanılarak elde edilen değer toplanarak yatırımın Gelistirilmiş NBD’i ve ideal yatırım zamanlaması belirlenmiştir. Bu arada opsiyon değerine etki eden parametreler ve birbirleriyle olan etkileşimleri incelenerek, tablo ve grafiklerle yorumlanmıştır.

Ortaya konulan karar destek aracı, e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlamasını belirlerken GNBD’in maksimize edilmesi koşulunu temel almaktadır. Dolayısıyla karar verici belirlenen ideal zamanlamayı, yatırımı için rasyonel olan nihai bir yatırım tarihi gibi görmelidir. Bu tarih sonrasında yatırımın gerçekleştirilmesi durumunda opsiyon değerinin daha düşük seviyelerde katma değer sunacağı kesindir. Yatırımın bu ideal zamanlamanın öncesine çekilmesi durumunda ise firma yöneticileri opsiyon tam olgunlaşmadığı için priminde oluşacak kayıpları da göz önüne almalıdır. Belirlenen ideal yatırım zamanlamasından önce gerçekleştirilecek bir proje sadece firmanın verdiği diğer stratejik kararlar ve sezgisel unsurlar dikkate alınarak açıklanabilir.

Çalışmada ortaya konulan yol haritası sadece ABC firmasına özel değildir. ABC firmasının sahip olduğu yatırım imkanından bağımsız olarak aynı pazara yönelik hizmet veren ve benzer yatırım olanaklarına sahip firmalar için de bir genelleme yapılmıştır. Opsiyon parametrelerinin yatırım sahiplerine sunduğu birim katkı oranı belirlenerek; farklı mali ölçekteki projeler için de bulgularımızın bir gösterge oluşturması hedeflenmiştir.

İleriye yönelik çalışma konusu olarak nakit akıslarının simülasyon yöntemiyle belirlenmesi, piyasa koşullarındaki belirsizliğin analize daha etkin bir şekilde yansıtılması adına bir açılım sunacaktır. Çalışma kapsamında oluşturulan matematiksel model, e-ticaret projesinin değerlemesi esnasında gelecekle ilgili bir projeksiyon sunan ve uzman görüşü olarak verilen nakit akısları dikkate alınarak kurgulanmıştır. Bu anlamda, elde edilen sonuçların genelleştirilebilmesi ve dinamik piyasa koşullarının sebep olduğu rassallığın daha etkin bir şekilde matematiksel modele dahil edilebilmesi için nakit akıslarının simülatif yöntemler kullanılarak belirlenmesi üzerine çalışılabilir. Burada kritik olan husus, analiz için bir başlangıç noktası olarak kabul edilebilecek, diğer firmaların gerçekleştirdiği ya da firma bünyesinde daha önceden gerçekleştirilen bu sektöre yönelik analoji kurulabilecek projelerin sunduğu nakit akıslarının saptanması ve istatistiksel olarak analiz edilmesidir. Bu analiz neticesinde nakit akıslarının uyduğu olasılık dağılımı belirli

bir güven aralığı dikkate alınarak belirlenebilir. Bu aşamadan sonra bu olasılık dağılımına uygun bir şekilde üretilecek rassal nakit akışlarıyla mevcut matematiksel modelimiz beslenerek dinamik piyasa koşullarının sebep olduğu rassallık analize dahil edilebilir.

Reel opsiyonların yatırım projelerinin karara bağlanmasında kullanımı oldukça yakın bir geçmişe dayanmaktadır. Risk yönetimi bilimi açısından oldukça stratejik bir araç olan bu analiz tekniğinin uygulama alanları gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde birçok köklü çokuluslu firma reel opsiyonlar metodunu kullanarak yatırım projelerinin bünyelerinde barındırdığı riskleri ve fırsatları daha iyi analiz etme ve potansiyel faydalarından daha yüksek kazanç sağlamak amacıyla klasik yatırım değerlendirme yöntemlerine yardımcı araçlar olarak reel opsiyonları kullanmaktadır. Bu sayede klasik yatırım değerlendirme yöntemlerinin belirsizliği ve yönetsel esnekliği değerlemedeki eksikliklerinin önüne geçme imkanı bulmuşlardır.

Bu tezin konusunu teşkil eden e-ticaret projesi de sahip olduğu belirsizlikler ve esneklikler dikkate alınmaksızın klasik yatırım değerlendirme metodlarıyla analiz edildiğinde negatif bir NBD'ye sahip olduğu görülmüştür. Klasik yönetim tarzıyla direkt olarak çöpe atılacak olan bu e-ticaret projesinin değerlendirilmesinin reel opsiyonlar metodu kullanılarak yapılması, projenin bünyesinde barındırdığı saklı potansiyel değerlerin nicelleştirilmesine imkan sunmuştur. Analizin neticesinde gözlenen temel katma değer projeyi uygun koşullar oluşuncaya kadar erteleme imkanının firmaya sunduğu stratejik açılamdır. Bir başka deyişle, ilk etapta zararda gözüken bazı projelerin bünyelerinde barındırdıkları stratejik değerler ve oluşabilecek piyasa koşulları neticesinde karlı yatırımlara dönüşebilecekleri gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Amram, M. and Kulatilaka, N.** 1999. Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World, Harvard Business School Press, Boston.
- Bardhan, I., Bagchi, S. and Sougstad, R.,** 2004. A Real Options Approach For Prioritization Of A Portfolio Of Information Technology Projects: A Case Study Of A Utility Company, *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Benaroch, M.,** 2002. Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective, Forthcoming in *Journal of Management Information Systems*.
- Benaroch, M. and Kauffman, R. J.,** 1999. A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investment, *Information Systems Research*, **10**, 1, 70-88.
- Bernanke, B.S.,** 1983. Irreversibility, Uncertainty and Cyclical Investment, *Quarterly Journal of Economics*, **2**, 85-106.
- Black, F. and Scholes, M.,** 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, **81**, 3, 637-654.
- Boer, F. P.,** 2002. The Real Options Solution: Finding Total Value in a High-Risk World, John Wiley & Sons, NY.
- Bräutigam, J. and Esche, C.,** 2003. Uncertainty As A Key Value Driver Of Real Options. [www.realoptions.org/papers2003/ BraeutigamUncertainty.pdf](http://www.realoptions.org/papers2003/BraeutigamUncertainty.pdf)
- Brealey, R.A. and Myers, S.C.,** 2000. Principles of Corporate Finance, 4th ed., McGraw-Hill, NY.
- Brennan, M. J. and Schwartz, E. S.,** 1985. Evaluating Natural Resource Investments, *Journal of Business*, **58**, 2, 135-157.
- Buckley, A.,** 1998. International Investment – Value Creation Appraisal: A Real Options Approach, Handelshojkskolens Forlag, Copenhagen.
- Campbell, J. A.,** 2002. Real Options Analysis Of The Timing Of IS Investment Decisions, *Information & Management*, **39**, 337-344,
- Copeland, T. and Kennan, P.** 1998a. How Much is Flexibility Worth?, *The McKinsey Quarterly*, **2**, 39-49.
- Copeland, T. and Kennan, P.** 1998b. Making Real Options Real, *The McKinsey Quarterly*, **3**, 129-141.
- Copeland, T. and Antikarov, V.,** 2001. Real Options: A Practitioner's Guide, Texere, NY.
- Courchane, M., Nickerson, D. and Sullivan, R. J.,** 2002. Financial Innovation, Strategic Real Options & Endogenous Competition: Theory And An

Application To Internet Banking, *Conference on Innovation in Financial Services and Payments, Federal Reserve Bank of Philadelphia.*

Cox , J. and Rubinstein, M., 1985. Options Markets, Prentice Hall.

Cox, J. and Rubinstein, M., 1979. Option Pricing: A Simplified Approach, *Journal of Financial Economics*, **7**, 229-263.

Dai, Q., Kauffman, R. J. and March, S. T., 2000. Analyzing Investments In Object-Oriented Middleware: An Options Perspective, Carlson School of Management, University of Minnesota, US.

de Neufville, R., 1990. Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Technology Management, McGraw-Hill Publishing Company, US.

de Neufville, R. and Neely, J.E., 2001 Hybrid Real Options Valuation of Risky Product Development Projects , *International Journal of Technology, Policy and Management*, **1**, 1, 29-46.

d'Halluin, Y., Forsythy, P. A. and Vetzal, K. R., 2004. Wireless Network Capacity Management: A Real Options Approach
www.realoptions.org/papers2003/ForsythVetzalwireless.pdf

Dixit, A. K. and Pindyck, R. S., 1995. The Options Approach to Capital Investment *Harvard Business Review*, **3**, 105-115,

Dixit, A.K. and Pindyck, R. S., 1994. Investment under Uncertainty, Princeton University Press, Princeton, NJ.

Dowlatabadi, H. and Toman, M., 1990. Technology Choice in Electricity Generation Under Different Market Conditions, *Resources & Energy Netherlands*, **12**, 3, 231-251.

Downes, J. and Goodman, J.E., 1998. Dictionary of Finance and Investment Terms Fifth Edition, Barron's Educational Series, Hauppauge, NY.

Erdogmus, H., 2002. Valuation Of Learning Options in Software Development Under Private and Market Risk, *The Engineering Economist*, **47**, 3, 308-353.

Erdogmus, H. and La Barre, M., 2001. Value of Commercial Software Development under Technology Risk, *The Financier*, **7**, 78-94

Gamba, A., 2003. Real Options Valuation: A Monte Carlo Approach
www.realoptions.org/submission/papers2005/paper_2.pdf

Geske, R., 1979. The valuation of compound options, *Journal of Financial Economics*, **7**, 63-81.

Grinblatt, M. and Titman, S., 2001. Financial Markets and Corporate Strategy, 2nd ed., McGraw-Hill Irwin, NY.

Harold, B. and Seymour S., 1975. The Capital Budgeting Decision, Macmillan Publishing Co. NY.

Hevert, K. H., Mclaughlin, R. M. and Taggart, R. A., 1998. Interest Rates, Inflation & The Value Of Real Options, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, **38**, 599-613.

Howell, S., Stark, A., Newton, D., Paxson, D., Cavus, M., Pereira, J. and Patel,

- K.,** 2001. Real Options: Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World, Financial Times Prentice Hall, London, UK.
- Hull, J.C.,** 1999. Options, Futures, & Other Derivatives, Third edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, US.
- Jeffery, M.,** 2003. Mitigating Risk in Technology Investments through Information Technology Portfolio Management, <http://www.teradata.com/t/>
- Katz, B. R.,** 2003. Integrating Real-Options Reasoning and the Innovation Diffusion Curve for Decision Making under Uncertainty, <http://smealsearch2.psu.edu/52752.html>
- Kauffman, R. J. and Li, X.,** 2004. Technology Competition & Optimal Investment Timing: A Real Options Perspective, cas.uah.edu/lixi/papers/ieee_tem_final.pdf
- Kensinger, J. W.,** 1987. Adding the Value of Active Management into the Capital Budgeting Equation, *Midland Corporate Finance Journal*, **5**, 1, 31-42.
- Kester, W. C.,** 1984. Today's Options For Tomorrow's Growth, *Harvard Business Review*, **2**, 153-160.
- Kim, H. J. and Alleman, J. H.,** 2000. Voice Over The Internet VOIP: An Application Of Real Options.
- Kogut, B. and Kulatilaka, N.,** 1994. Options thinking and platform investments: investing in opportunity, *California Management Review*, **36**, 2, 52-71.
- Ku, A.,** 1995. Modeling Uncertainty in Electricity Capacity Planning, London Business School, London, UK.
- Kulatilaka, N. and Perotti, E. C.,** 1992. Strategic Investment Timing under Uncertainty, *Financial Markets Group*, London School of Economics, UK.
- Kumar, R.L.,** 2002. Managing Risks in IT Projects: An Options Perspective *Information & Management*, **40**, 63 – 74.
- Liao, S.,** 2002. Risk Management and Decision Analysis. Manuscript.
- Lint, O. and Pennings, E.,** 2001. An Option Approach to the New Product Development Process: A Case Study at Phillips Electronics, R&D Management, **31**, 2, 163-172.
- Luehrman, T.A.,** 1998. Investment Opportunities As Real Options: Getting Started on the Numbers, *Harvard Business Review*, **76**, 4, 51-64.
- Majd, S. and Pindyck, R. S.,** 1987. Time to build, option value and investment decisions, *Journal of Financial Economics*, **18**, 7-27.
- Mason, S. and Merton, R.,** 1985. The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance Recent Advances in Corporate Finance, Homewood, IL.
- Merrill, H.M. and Wood, A.J.,** 1991. Risk and Uncertainty in Power System Planning, *Electrical Power & Energy Systems*, **13**, 2, 81-90.
- Merton, R.C.,** 1973. Theory of Rational Option Pricing, *Bell Journal of Economics and Management Science*, **4**, 141-83.
- Miller, L. T. and Park, C. S.,** 2002. Decision Making Under Uncertainty: Real Options to the Rescue?, *The Engineering Economist*, **47**, 2, 105-150.

- Mun, J.**, 2002. Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Mun, J.**, 2003. Real Options Analysis Course John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Myers, S. C.**, 1987. Finance Theory and Financial Strategy, *Midland Corporate Finance Journal*, **5**, 1, 6-13,
- Patricia A. R.**, 2002. Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000: How Have Things Changed?, *Journal of Business and Management*, **8**, 4.
- Payani, S. and Trigeorgis, L.**, 1998. Multi-Stage Real Options: The Cases Of Information Technology Infrastructure And Internal Bank Expansion, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, **38**, 675-692.
- Schwartz, E. S. and Gorostiza C. Z.**, 2000. Valuation Of Information Technology Investments As Real Options.
- Smith, J. and Nau, R.**, 1995. Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis, *Management Science*, **41**, 5, 795-816.
- Svavarsson, D.**, 2004. Evaluation Of Strategic IT Platform Investments, *AMCIS2004 Submission to Mini-track on Information Systems Evaluation*.
- Svavarsson, D. and Ekström, M.**, 2003. Justification of Strategic IT Investments in the AEC Environment, *Knowledge Construction*, Singapore.
- Taudes, A., Feurstein, M. and Mild, A.**, 2000. Options Analysis of Software Platform Decisions: A Case Study, *MIS Quarterly*, **24**, 2, 227-243.
- Triantis, A. and Borison, A.**, 2001. Real Options: State of the Practice, *International Conference on Real Options*, Los Angeles.
- Trigeorgis, L.**, 1993. Real Options and Interactions with Financial Flexibility, *Financial Management*, **3**, 202 – 224.
- Trigeorgis, L.**, 1996. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, MIT Press, Cambridge, MA.
- Trigeorgis, L.**, 1995. Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications, Praeger, Westport, CT.
- Trigeorgis, L. and Mason, S. P.**, 1987. Valuing managerial flexibility, *Midland Corporate Finance Journal*, **5**, (1), 14-21.
- Zhu, K.**, 1999. Evaluating Information Technology Investment: Cash Flows or Growth Options ?, *Extended Abstract for WISE'99*.
- Ziedonis, A. A. and Arbor, A.**, 2002. Real Options In Technology Acquisition, www.si.umich.edu/ICOS/az%20real%20options.pdf
- Ziedonis, A. A. and Arbor, A.**, 2004. Real Options In Technology Licensing, www.hbs.edu/units/cs/Conference2004/Papers/Ziedonis.options.92304.pdf

EK A. ITO SAVI

$dx = a dt + b dz$ `nin baska bir genellemesi, a ve b 'nin hem x hem de zamana bagli olmasına izin verilmesidir. Bu, Ito prosesi olarak bilinen stokastik diferansiyel denklemin temelini olusturur. x degisken degerinin bir Ito prosesini izledigini varsayalim:

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz \quad (\text{A.1})$$

Burada, hem beklenen sürüklenme oranı $a(x, t)$ hem de varyans oranı $b(x, t)$ zaman içinde x 'in seviyesine bagli olarak farkli degerler alabilir. dz ise bir Wiener prosesidir.

Eger hisse senedinin fiyatı S bir Ito prosesini takip ediyorsa, herhangi bir stokastik diferansiyel denklem fonksiyonu $f(S, t)$ 'i elde etmek üzere Ito savi kullanılabilir.

Simdi de stokastik prosesi genellestirelim. Hisse senedi fiyatı S bir Ito prosesini takip etsin.

$$dS = a(S, t)dt + b(S, t)dz \quad (\text{A.2})$$

Burada a ve b , S ve t 'nin fonksiyonlari olabilir. Stokastik degisken S 'in bir fonksiyonu olan $f(S, t)$ fiyatli bir türev araç olsun. Bu durumda Ito savi asagidaki denklemin olusumuna izin verir:

$$df = \left[\frac{\partial f}{\partial t} + a \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} b^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \right] dt + \left\{ \frac{\partial f}{\partial S} b \right\} dz \quad (\text{A.3})$$

Ito savi son derece kullanislidir ve en önemli özelliği hem $S(t)$ denkleminin hem de $f(S, t)$ denkleminin aynı dz belirsizligine bagimli oldugudur.

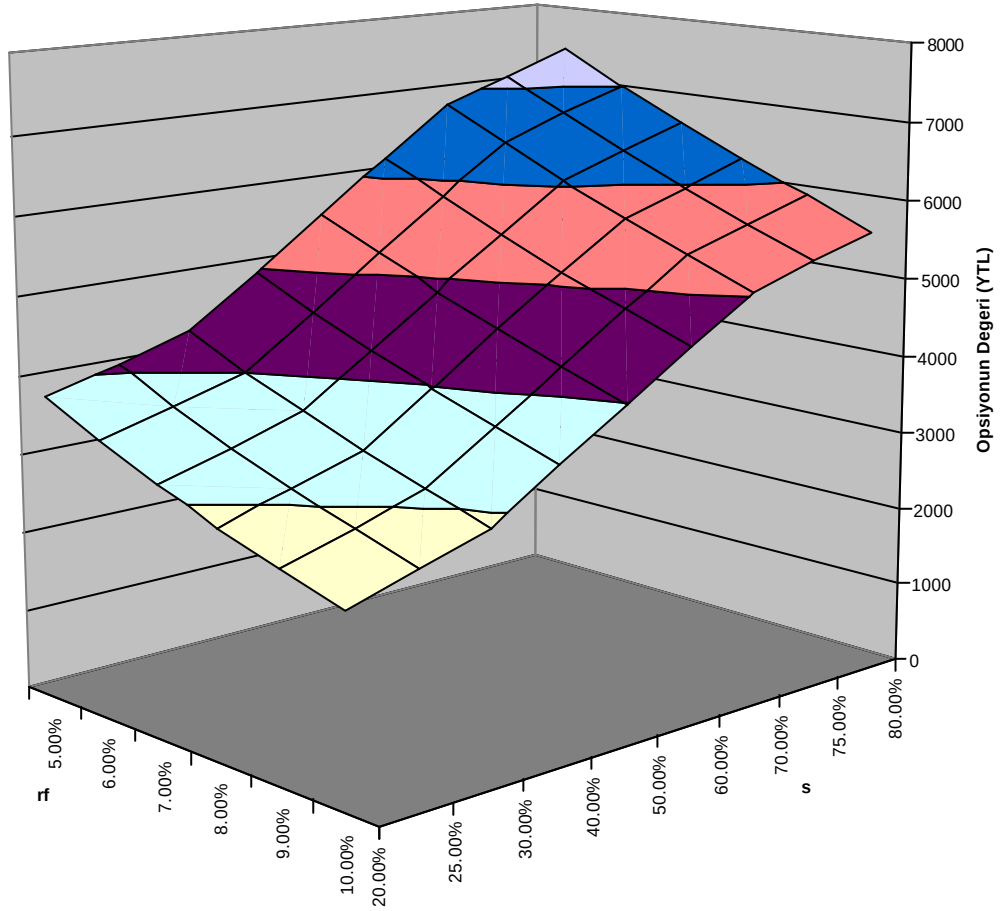
Bu nedenle eger S hisse senedi fiyatıysa ve $f(S, t)$ bir hisse senedi opsiyonunun fiyatıysa, her ikisi de aynı dz belirsizliginden etkilendiği için bünyesinde hiç bir belirsizlik barındırmayan bir portföy olusturmak mümkündür. Dolayısıyla, bu tip bir portföyün risksiz faiz oranında bir getiri saglamasi gerekir. Bu sav, Black-Scholes yaklasiminin olusturulmasında çok önemli bir rol oynamistir.

Ito savi 1951`de K. Ito adli bir matematikçi tarafından gelistirilmistir.

EK B. İKİ DEĞİSKENLİ ANALİZLER

Tablo B.1: Opsiyon değerinin σ ve r_f 'e göre değişimi

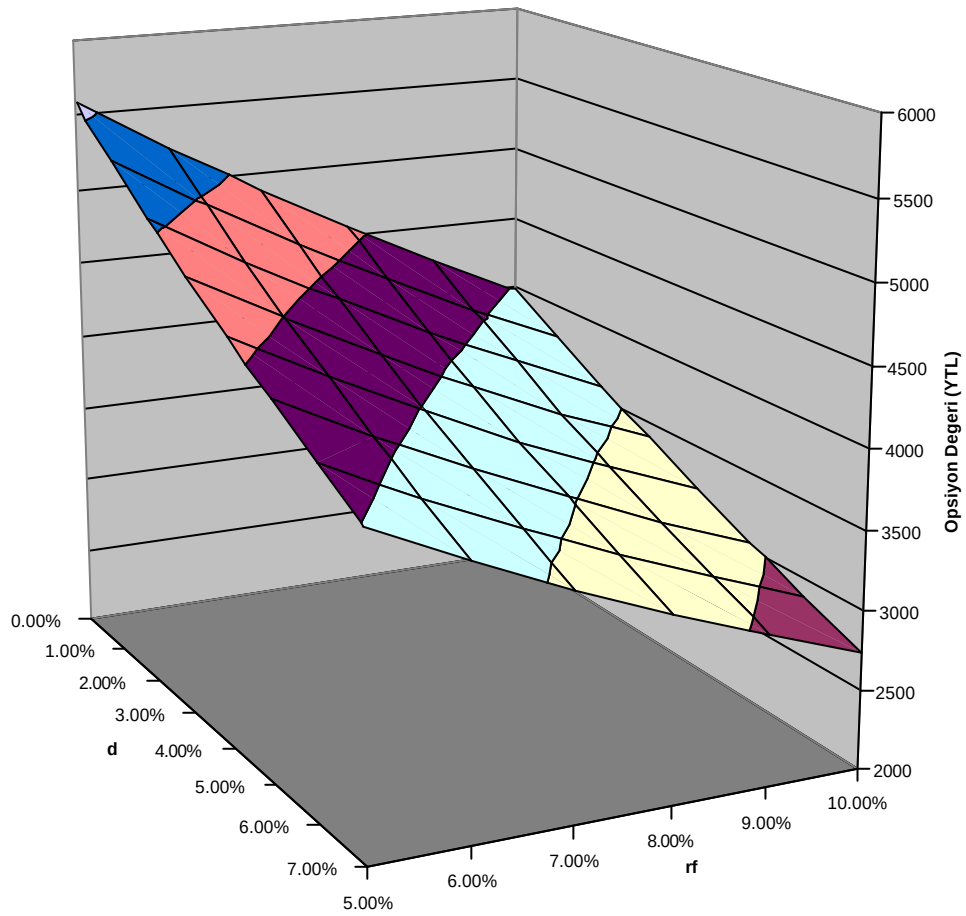
X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; δ =0%; $T_{\max}$ =5yil						
s	r_f					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
20%	3831.84	3475.78	3146.71	2851.26	2587.81	2345.00
25%	4076.62	3725.10	3400.40	3115.12	2850.94	2606.53
30%	4351.50	4000.02	3684.22	3395.48	3127.26	2878.26
40%	4946.88	4601.22	4278.25	3976.59	3694.93	3432.04
50%	5582.77	5220.31	4880.47	4561.90	4263.34	3983.59
60%	6214.63	5833.11	5474.46	5137.35	4820.53	4522.81
70%	6830.74	6429.33	6051.22	5695.08	5359.64	5043.73
75%	7130.51	6719.11	6331.25	5965.61	5620.93	5296.01
80%	7423.82	7002.49	6604.96	6229.92	5876.09	5542.28



Sekil B.1: Opsiyon değerinin σ ve r_f 'e göre değişimi

Tablo B.2: Ideal yatırım zamanlamasının σ ve r_f 'e göre değişimi

X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; δ =0%; $T_{\max}$ =5yil						
s	r_f					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
20%	2.5	2.5	2.5	2.75	2.75	2.75
25%	2.5	2.5	2.75	2.75	2.75	2.75
30%	2.5	2.5	2.75	2.75	2.75	2.75
40%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
50%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
60%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
70%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
75%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
80%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75

**Sekil B.2:** Opsiyon degerinin δ ve r_f 'e göre değişimi

Tablo B.3: Opsiyon degerinin δ ve r_f 'e göre degisimi

X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; σ =50%; $T_{\max}$ =5yil

d	rf					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
0%	5582.77	5220.31	4880.47	4561.90	4263.34	3983.59
1%	5307.47	4960.82	4635.94	4331.52	4046.33	3779.20
2%	5060.19	4716.09	4401.30	4110.53	3838.24	3583.31
3%	4822.44	4492.43	4183.83	3898.66	3638.83	3395.65
4%	4593.61	4277.25	3981.54	3705.23	3447.82	3215.99
5%	4374.29	4070.32	3787.11	3522.58	3275.60	3045.06
6%	4177.71	3873.35	3600.31	3347.20	3110.97	2890.58
7%	3988.15	3695.64	3423.15	3178.86	2953.05	2742.47

Tablo B.4: Ideal yatırım zamanlamasinin δ ve r_f 'e göre degisimi

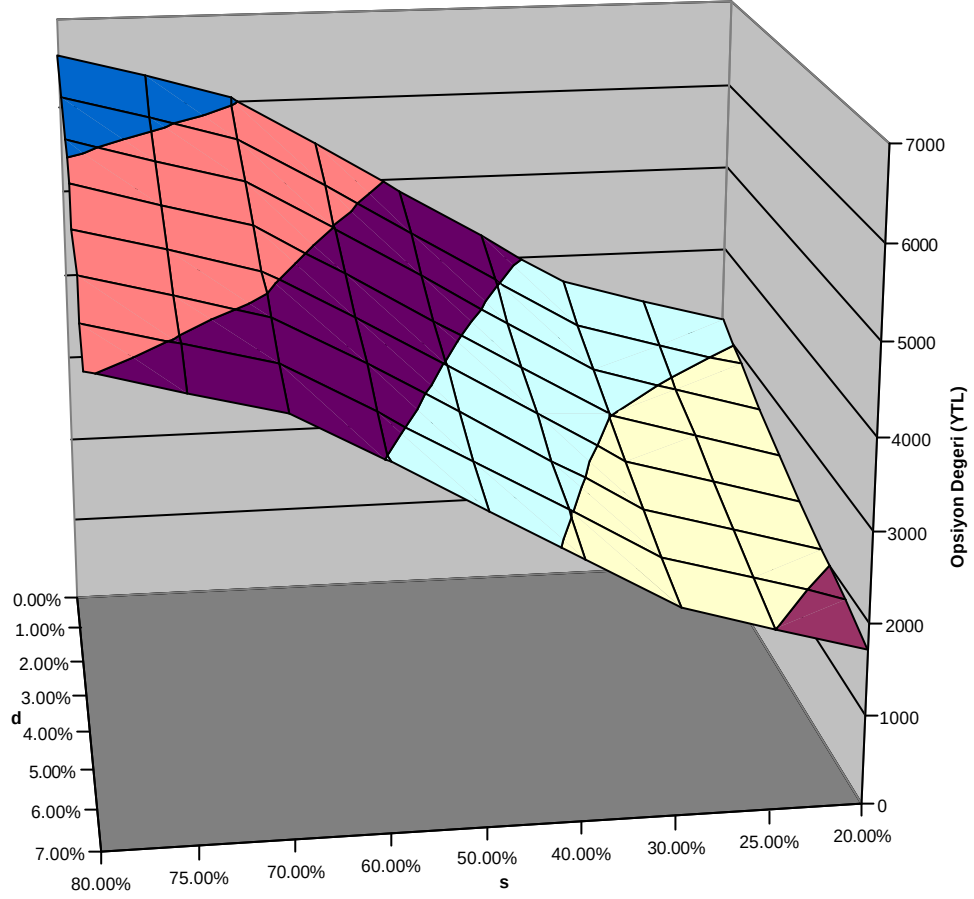
X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; σ =50%; $T_{\max}$ =5yil

d	rf					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
0%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
1%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
2%	2.5	2.5	2.75	2.75	2.75	2.75
3%	2.5	2.5	2.5	2.75	2.75	2.75
4%	2.5	2.5	2.5	2.5	2.75	2.75
5%	2.25	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
6%	2.25	2.25	2.5	2.5	2.5	2.5
7%	2.25	2.25	2.25	2.5	2.5	2.5

Tablo B.5: Opsiyon degerinin σ ve δ 'ya göre degisimi

X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; r_f =7%; r_i =12%; $T_{\max}$ =5yil

s	d							
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
20%	3146.71	2900.05	2665.62	2443.40	2244.41	2059.04	1883.87	1720.07
25%	3400.40	3162.26	2936.24	2721.33	2517.66	2337.38	2166.14	2003.77
30%	3684.22	3441.98	3220.75	3009.74	2808.73	2621.63	2451.98	2290.35
40%	4278.25	4034.57	3806.30	3597.52	3397.54	3206.13	3024.43	2861.32
50%	4880.47	4635.94	4401.30	4183.83	3981.54	3787.11	3600.31	3423.15
60%	5474.46	5226.67	4988.24	4758.89	4552.35	4353.58	4162.01	3977.44
70%	6051.22	5798.92	5555.63	5321.10	5104.80	4901.07	4704.26	4514.18
75%	6331.25	6076.43	5830.50	5593.21	5372.95	5166.62	4967.12	4774.26
80%	6604.96	6347.52	6098.87	5858.76	5635.20	5426.25	5224.04	5028.39



Sekil B.3: Opsiyon degerinin σ ve δ 'ya göre degisimi

Tablo B.6: Ideal yatırım zamanlamasinin σ ve δ 'ya göre degisimi

X=12000YTL; X(Degisim%) =3%; r_f =7%; r_i =12%; T_{max} =5yil								
s	d							
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
20%	2.5	2.5	2.5	2.5	2.25	2.25	2.25	2
25%	2.75	2.5	2.5	2.5	2.25	2.25	2.25	2.25
30%	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5	2.25	2.25	2.25
40%	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5	2.25	2.25
50%	2.75	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5	2.25
60%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5
70%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5
75%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5
80%	2.75	2.75	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2.5

EK C. EXCEL EKRANI GÖRÜNTÜLERİ

File	Edit	View	Insert	Format	Tools	Data	Window	Help		
97%										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Parameters									Atlas Dağah opportunity cost reduced cash flow	
Risk free rate (rf)	Risk adj. rate (rad)	Sub Period per Year	Max. Deferral Time (year)	Revenue Increase Rate	Investment Cost (Exercise Price) Decrease Rate	rad - r free				
7,00%	12,00%	4		10,00%	3,00%	5,00%				
Cash Flows										
Period	Year	Revenue	Operating Cost	Cash Flow (CF)	Discounted Cash Flow (DCF)	Exercise Price (q)	DCF after t (M)			
0	0	0	0	0	0	12000	11653,11			
1	0,25	0	0	0	0	11910,34	11653,11			
2	0,5	900	800	-300	-282,53	11821,34	11936,64			
3	0,75	550	800	-250	-228,48	11733,01	12164,12			
4	1	605	800	-195	-172,95	11645,35	12337,07			
5	1,25	685,5	800	-134,5	-115,77	11558,33	12452,84			
6	1,5	732,05	800	-67,95	-56,75	11471,97	12509,6			
7	1,75	805,26	800	5,26	4,26	11385,25	12905,34			
8	2	885,79	800	85,79	67,48	11301,17	12437,86			
9	2,25	974,37	800	174,37	133,11	11216,73	12904,75			
10	2,5	1071,81	800	271,81	201,36	11132,92	12103,39			
11	2,75	1178,99	800	378,99	272,46	11049,74	11830,93			
12	3	1296,88	800	496,88	345,67	10967,17	11484,25			
13	3,25	1426,58	800	626,58	424,23	10885,23	11080,03			
14	3,5	1569,24	800	769,24	505,43	10803,89	10554,6			
15	3,75	1726,16	800	926,16	590,55	10723,17	9964,05			
16	4	1898,78	800	1098,78	679,91	10643,05	9284,14			
17	4,25	2088,66	800	1288,66	773,63	10563,52	8510,31			
18	4,5	2297,53	800	1497,53	872,68	10484,59	7637,63			
19	4,75	2527,28	800	1727,28	976,82	10406,25	6660,81			
20	5	2780,01	800	1980,01	1086,65	10328,5	5674,16			
21	5,25	3058,01	800	2258,01	1202,6	10251,32	4371,56			
22	5,5	3363,81	800	2563,81	1325,11	10174,72	3046,45			
23	5,75	3700,19	800	2900,19	1454,67	10098,7	1991,78			
24	6	4070,21	800	3270,21	1591,78	10023,24	0			
Sum DCF					11653,11					
Investment Cost					12000					
Static NPV					-346,88					
CF / PARAM / SCENARIO / RESULT / N / N /										

Sekil C.1: ABC firmasının nakit akısları

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	Exercise Price (X)	11000	12000	13000											
2	Exercise Price Decrease Rate	2.00%	3.00%	4.00%											
3	Volatility (σ)	20.00%	25.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	70.00%	75.00%	80.00%	90.00%	100.00%			
4	Max. Deferral T ≤ (year)	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	
5	Risk Free Rate (r _f)	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%								
6	Return Shortfall Rate (δ)	0.00%	1.00%	2.00%	3.00%	4.00%	5.00%	6.00%	7.00%						
7															
8	Number of Scenarios	61776													
9	Generate Scenario														
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

Sekil C.2: Model parametreleri

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help													
A		B		C		D		E		F		G	
Exercise Price (X)		Exercise Price (X) Decrease Rate		Calc All		Max. Deferral Time T <= (year)		Risk Free Rate (r)		Risk Adjusted Rate (rad)		Return Shortfall Rate (δ)	
				Volatility (σ)									
1	11000	2,00%	20,00%	Sort Ascending		5,00%		10,00%		0,00%			
2	11000	2,00%	20,00%	Sort Descending		5,00%		10,00%		1,00%			
3	11000	2,00%	20,00%	(Alt)		5,00%		10,00%		2,00%			
4	11000	2,00%	20,00%	(Top 10...)		5,00%		10,00%		3,00%			
5	11000	2,00%	20,00%	(Custom...)		5,00%		10,00%		4,00%			
6	11000	2,00%	20,00%	1		5,00%		10,00%		5,00%			
7	11000	2,00%	20,00%	2		5,00%		10,00%		6,00%			
8	11000	2,00%	20,00%	3		5,00%		10,00%		7,00%			
9	11000	2,00%	20,00%	4		6,00%		11,00%		0,00%			
10	11000	2,00%	20,00%	5		6,00%		11,00%		1,00%			
11	11000	2,00%	20,00%	6		6,00%		11,00%		2,00%			
12	11000	2,00%	20,00%	7		6,00%		11,00%		3,00%			
13	11000	2,00%	20,00%	8		6,00%		11,00%		4,00%			
14	11000	2,00%	20,00%	9		6,00%		11,00%		5,00%			
15	11000	2,00%	20,00%	10		6,00%		11,00%		6,00%			
16	11000	2,00%	20,00%	11		6,00%		11,00%		7,00%			
17	11000	2,00%	20,00%	12		7,00%		12,00%		0,00%			
18	11000	2,00%	20,00%	13		7,00%		12,00%		1,00%			
19	11000	2,00%	20,00%	14		7,00%		12,00%		2,00%			
20	11000	2,00%	20,00%	15		7,00%		12,00%		3,00%			
21	11000	2,00%	20,00%	16		7,00%		12,00%		4,00%			
22	11000	2,00%	20,00%	17		7,00%		12,00%		5,00%			
23	11000	2,00%	20,00%	18		7,00%		12,00%		6,00%			
24	11000	2,00%	20,00%	19		7,00%		12,00%		7,00%			
25	11000	2,00%	20,00%	20		8,00%		13,00%		0,00%			
26	11000	2,00%	20,00%	21		8,00%		13,00%		1,00%			
27	11000	2,00%	20,00%	22		8,00%		13,00%		2,00%			
28	11000	2,00%	20,00%	23		8,00%		13,00%		3,00%			
29	11000	2,00%	20,00%	24		8,00%		13,00%		4,00%			
30	11000	2,00%	20,00%	25		8,00%		13,00%		5,00%			
31	11000	2,00%	20,00%	26		8,00%		13,00%		6,00%			
32	11000	2,00%	20,00%	27		8,00%		13,00%		7,00%			
33	11000	2,00%	20,00%	28		9,00%		14,00%		0,00%			
34	11000	2,00%	20,00%	29		9,00%		14,00%		1,00%			
35	11000	2,00%	20,00%	30		9,00%		14,00%		2,00%			
36	11000	2,00%	20,00%	31		9,00%		14,00%		3,00%			
37	11000	2,00%	20,00%	32		9,00%		14,00%		4,00%			
38	11000	2,00%	20,00%	33		9,00%		14,00%		5,00%			
39	11000	2,00%	20,00%	34		9,00%		14,00%		6,00%			
40	11000	2,00%	20,00%	35		9,00%		14,00%		7,00%			
41	11000	2,00%	20,00%	36		9,00%		14,00%		0,00%			
42	11000	2,00%	20,00%	37		9,00%		14,00%		1,00%			
43	11000	2,00%	20,00%	38		9,00%		14,00%		2,00%			
44	11000	2,00%	20,00%	39		9,00%		14,00%		3,00%			
45	11000	2,00%	20,00%	40		9,00%		14,00%		4,00%			
46	11000	2,00%	20,00%	41		9,00%		14,00%		5,00%			
47	11000	2,00%	20,00%	42		9,00%		14,00%		6,00%			
48	11000	2,00%	20,00%	43		9,00%		14,00%		7,00%			
49	11000	2,00%	20,00%	44		9,00%		14,00%		0,00%			
50	11000	2,00%	20,00%	45		9,00%		14,00%		1,00%			
51	11000	2,00%	20,00%	46		9,00%		14,00%		2,00%			
52	11000	2,00%	20,00%	47		9,00%		14,00%		3,00%			
53	11000	2,00%	20,00%	48		9,00%		14,00%		4,00%			
54	11000	2,00%	20,00%	49		9,00%		14,00%		5,00%			
55	11000	2,00%	20,00%	50		9,00%		14,00%		6,00%			
56	11000	2,00%	20,00%	51		9,00%		14,00%		7,00%			
57	11000	2,00%	20,00%	52		9,00%		14,00%		0,00%			
58	11000	2,00%	20,00%	53		9,00%		14,00%		1,00%			
59	11000	2,00%	20,00%	54		9,00%		14,00%		2,00%			
60	11000	2,00%	20,00%	55		9,00%		14,00%		3,00%			
61	11000	2,00%	20,00%	56		9,00%		14,00%		4,00%			
62	11000	2,00%	20,00%	57		9,00%		14,00%		5,00%			
63	11000	2,00%	20,00%	58		9,00%		14,00%		6,00%			
64	11000	2,00%	20,00%	59		9,00%		14,00%		7,00%			
65	11000	2,00%	20,00%	60		9,00%		14,00%		0,00%			
66	11000	2,00%	20,00%	61		9,00%		14,00%		1,00%			
67	11000	2,00%	20,00%	62		9,00%		14,00%		2,00%			
68	11000	2,00%	20,00%	63		9,00%		14,00%		3,00%			
69	11000	2,00%	20,00%	64		9,00%		14,00%		4,00%			
70	11000	2,00%	20,00%	65		9,00%		14,00%		5,00%			
71	11000	2,00%	20,00%	66		9,00%		14,00%		6,00%			
72	11000	2,00%	20,00%	67		9,00%		14,00%		7,00%			
73	11000	2,00%	20,00%	68		9,00%		14,00%		0,00%			
74	11000	2,00%	20,00%	69		9,00%		14,00%		1,00%			
75	11000	2,00%	20,00%	70		9,00%		14,00%		2,00%			
76	11000	2,00%	20,00%	71		9,00%		14,00%		3,00%			
77	11000	2,00%	20,00%	72		9,00%		14,00%		4,00%			
78	11000	2,00%	20,00%	73		9,00%		14,00%		5,00%			
79	11000	2,00%	20,00%	74		9,00%		14,00%		6,00%			
80	11000	2,00%	20,00%	75		9,00%		14,00%		7,00%			
81	11000	2,00%	20,00%	76		9,00%		14,00%		0,00%			
82	11000	2,00%	20,00%	77		9,00%		14,00%		1,00%			
83	11000	2,00%	20,00%	78		9,00%		14,00%		2,00%			
84	11000	2,00%	20,00%	79		9,00%		14,00%		3,00%			
85	11000	2,00%	20,00%	80		9,00%		14,00%		4,00%			
86	11000	2,00%	20,00%	81		9,00%		14,00%		5,00%			
87	11000	2,00%	20,00%	82		9,00%		14,00%		6,00%			
88	11000	2,00%	20,00%	83		9,00%		14,00%		7,00%			
89	11000	2,00%	20,00%	84		9,00%		14,00%		0,00%			
90	11000	2,00%	20,00%	85		9,00%		14,00%		1,00%			
91	11000	2,00%	20,00%	86		9,00%		14,00%		2,00%			
92	11000	2,00%	20,00%	87		9,00%		14,00%		3,00%			
93	11000	2,00%	20,00%	88		9,00%		14,00%		4,00%			
94	11000	2,00%	20,00%	89		9,00%		14,00%		5,00%			
95	11000	2,00%	20,00%	90		9,00%		14,00%		6,00%			
96	11000	2,00%	20,00%	91		9,00%		14,00%		7,00%			
97	11000	2,00%	20,00%	92		9,00%		14,00%		0,00%			
98	11000	2,00%	20,00%	93		9,00%		14,00%		1,00%			
99	11000	2,00%	20,00%	94		9,00%		14,00%		2,00%			
100	11000	2,00%	20,00%	95		9,00%		14,00%		3,00%			
101	11000	2,00%	20,00%	96		9,00%		14,00%		4,00%			
102	11000	2,00%	20,00%	97		9,00%		14,00%		5,00%			
103	11000	2,00%	20,00%	98		9,00%		14,00%		6,00%			
104	11000	2,00%	20,00%	99		9,00%		14,00%		7,00%			
105	11000	2,00%	20,00%	100		9,00%		14,00%		0,00%			
106	11000	2,00%	20,00%	101		9,00%		14,00%		1,00%			
107	11000	2,00%	20,00%	102		9,00%		14,00%		2,00%			
108	11000	2,00%	20,00%	103		9,00%		14,00%		3,00%			
109	11000	2,00%	20,00%	104		9,00%		14,00%		4,00%			
110	11000	2,00%	20,00%	105		9,00%		14,00%		5,00%			
111	11000	2,00%	20,00%	106		9,00%		14,00%		6,00%			
112	11000	2,00%	20,00%	107		9,00%		14,00%		7,00%			
113	11000	2,00%	20,00%	108		9,00%		14,00%		0,00%			
114	11000	2,00%	20,00%	109		9,00%		14,00%		1,00%			
115	11000	2,00%	20,00%	110		9,00%		14,00%		2,00%			
116	11000	2,00%	20,00%	111		9,00%		14,00%		3,00%			
117	11000	2,00%	20,00%	112		9,00%		14,00%		4,00%			
118	11000	2,00%	20,00%	113		9,00%		14,00%		5,00%			
119	11000	2,00%	20,00%	114		9,00%		14,00%		6,00%			
120	11000	2,00%	20,00%	115		9,00%		14,00%		7,00%			
121	11000	2,00%	20,00%	116		9,00%		14,00%		0,00%			
122	11000	2,00%	20,00%	117		9,00%		14,00%		1,00%			
123	11000	2,00%	20,00%	118		9,00%		14,00%		2,00%			
124	11000	2,00%	20,00%	119		9,00%		14,00%		3,00%			
125	11000	2,00%	20,00%	120		9,00%		14,00%		4,00%			
126	11000	2,00%	20,00%	121		9,00%		14,00%		5,00%			
127	11000	2,00%	20,00%	122		9,00%		14,00%		6,00%			
128	11000	2,00%	20,00%	123		9,00%		14,00%		7,00%			
129	11000	2,00%	20,00%	124		9,00%		14,00%		0,00%			
130	11000	2,00%	20,00%	125		9,00%		14,00%		1,00%			
131	11000	2,00%	20,00%	126		9,00%		14,00%		2			

EK D. VBA KODLARI

.....

'Hesaplamaların yapıldığı ana rutin

.....

Sub calc()

Dim nsp As Integer

Dim T_MAX As Double

Dim T_MAX_project As Double

Dim P_MAX As Integer

Dim P_MAX_project As Integer

Dim Vt() As Double

Dim Xt() As Double

Dim Ct() As Double

Dim Cf() As Double

Dim Ct_MAX_tmp As Double

Dim CeT As Double

Dim C_MAX As Double

Dim ODT As Double

Dim X As Double

Dim Xdr As Double

Dim d As Double

Dim rf As Double

Dim ra As Double

Dim s As Double

Dim t As Double

Dim ws_cf As Worksheet

Dim ws_pr As Worksheet

Dim ws_sc As Worksheet

Dim ws_re As Worksheet

```
Dim ws_vt As Worksheet
```

```
Dim ws_xt As Worksheet
```

```
' Ilgili çalışma sayfalarının degiskenlere atanmasi
```

```
Set ws_cf = Worksheets("CF")
```

```
Set ws_pr = Worksheets("PARAM")
```

```
Set ws_sc = Worksheets("SCENARIO")
```

```
Set ws_re = Worksheets("RESULT")
```

```
Set ws_vt = Worksheets("Vt")
```

```
Set ws_xt = Worksheets("Xt")
```

```
' Parametrelerin okunmasi
```

```
NSP = 4
```

```
T_MAX_project = 6
```

```
P_MAX_project = T_MAX_project * nsp
```

```
For l = 0 To WorksheetFunction.Count(ws_sc.Range("A:A")) - 1
```

```
    X = ws_sc.Cells(2 + l, 1)
```

```
    Xdr = ws_sc.Cells(2 + l, 2)
```

```
    s = ws_sc.Cells(2 + l, 3)
```

```
    T_MAX = ws_sc.Cells(2 + l, 4)
```

```
    rf = ws_sc.Cells(2 + l, 5)
```

```
    ra = ws_sc.Cells(2 + l, 6)
```

```
    d = ws_sc.Cells(2 + l, 7)
```

```
    P_MAX = CInt(T_MAX * nsp)
```

```
    ReDim Vt(P_MAX_project)
```

```
    ReDim Xt(P_MAX_project)
```

```
    ReDim Ct(P_MAX)
```

```
    ReDim Cf(P_MAX_project)
```

```
    For i = 0 To P_MAX_project
```

```
' Nakit akislarini CF 'dan okunmasi
```

```
        Cf(i) = ws_cf.Cells(6 + i, 5)
```

```
    Next
```

```

' İlk olarak, iskonto edilmiş nakit akisi hesaplanır
    For i = 0 To P_MAX_project
        Cf(i) = discountedCF(Cf(i), ra, i, nsp)
    Next

' Daha sonra Xt degerleri elde edilir
    For i = 0 To P_MAX_project
        Xt(i) = discountedCF(X, Xdr, i, nsp)
    Next

' Son olarak da Vt degerlerine ulasilir
    For i = 0 To P_MAX_project
        For j = i + 1 To P_MAX_project
            Vt(i) = Vt(i) + Cf(j)
        Next
    Next

' Opsiyon degerlerinin hesaplanmasi
'    CeT = BlackApprox(Vt(P_MAX), Xt(P_MAX), d, rf, s, T_MAX)
    C_MAX = 0

    For i = 0 To P_MAX
' Geçerli t'yi Hesapla
        t = i / nsp
        Ct(i) = BlackApprox(Vt(i), Xt(i), d, rf, s, t)
        Ct_MAX_tmp = WorksheetFunction.Max(CeT, Ct(i))
        If Ct_MAX_tmp >= C_MAX Then
'            C_MAX = Ct_MAX_tmp
            ODT = t
        End If
    Next

' Sonuçların ekrana yazdirilmesi
    ws_re.Cells(2 + 1, 1) = C_MAX
    ws_re.Cells(2 + 1, 2) = ODT

```

```

ws_re.Cells(2 + l, 3) = CeT

For i = 0 To P_MAX
    ws_re.Cells(2 + l, 4 + i) = Ct(i)
Next
For i = 0 To P_MAX_project
    ws_vt.Cells(2 + l, 1 + i) = Vt(i)
    ws_xt.Cells(2 + l, 1 + i) = Xt(i)
Next
Next
End Sub

```

```

.....
'Iskontolanmis Nakit Akisini hesaplayan fonksiyon
.....

```

```

Public Function discountedCF(Cf As Double, _
    r As Double, _
    t As Integer, _
    nsp As Integer)
    discountedCF = Cf * Exp(-r * t / nsp)

```

```

End Function

```

```

.....
'Black Yaklasimini nümerik olarak hesaplayan fonksiyon
.....

```

```

Public Function BlackApprox(V As Double, _
    X As Double, _
    d As Double, _
    rf As Double, _
    s As Double, _
    t As Double) As Double

```

```

Dim d1 As Double

```

Dim d2 As Double

If V <= 0 Or t = 0 Then

' Eger V'nin degeri 0'dan küçük veya esitse ya da opsiyon degeri 0 ise

BlackApprox = 0

Else

d1 = (WorksheetFunction.Ln(V / X) + (rf - d + (s ^ 2) / 2) * t) / (s * t ^ (1 / 2))

d2 = d1 - s * t ^ (1 / 2)

BlackApprox = V * Exp(-d * t) * CumNormDist(d1) - X * Exp(-rf * t) *
CumNormDist(d2)

End If

End Function

.....
'Kümülatif Normal dagilimi nümerik olarak hesaplayan fonksiyon
.....

Public Function CumNormDist(z As Double)

CumNormDist = WorksheetFunction.NormSDist(z)

End Function

ÖZGEÇMİS

Selçuk Altan Özogul, 22 Mayıs 1978'de İstanbul'da doğmuştur. 1995-1999 yılları arasında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamlamıştır. 1999-2000 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Executive M.B.A. Programında eğitimini tamamlamıştır. 1999-2002 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliğinde Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. 2002-2003 yılları arasında Dinamik Bilisim Sistemleri A.S.'de ERP danışmanlığı yapmıştır. 2004 Haziran ayından bu yana Honeywell Otomasyon A.S.'de Satis Mühendisi olarak çalışmaktadır.