

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REEL OPSİYONLAR İLE YATIRIM PROJELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Serhad ÖZTÜRK**

Anabilim Dalı : İşletme Mühendisliği

Programı : İşletme Mühendisliği

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REEL OPSİYONLAR İLE YATIRIM PROJELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ:MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Serhad ÖZTÜRK
507061025**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr.Oktay TAŞ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Yard. Doç. Dr. Cumhur EKİNCİ (İTÜ)
Yard. Doç. Dr. Kerem SARIOĞLU (İÜ)**

HAZİRAN 2010

Aileme ve Değerli Hocalarıma,

ÖNSÖZ

Yatırım projelerin değerlendirilmesinde geleneksel yöntemlere yeni bir alternatif ve tamamlayıcı olan reel opsiyonlar zaman içerisinde özellikle yurt dışında faaliyet gösteren firmalar tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Küresel finans piyasasında belirsizlik ve bununla beraber değişkenliğin önemli bir yer almaya başladığı günümüzde firmalar yüksek değişkenliği görmezden gelememekte ve bu nedenle statik değerlendirme yöntemleri firmalara tek başlarına fayda sağlayamamaktadır.

Reel opsiyonlar ile proje değerlendirme ilk yıllarında yaygın olarak emtia işleyen firmalar tarafından kullanılsa da özellikle 2000’li yıllardan sonra ilaç, savunma, telekomünikasyon ve teknoloji sektörleri gibi değişkenliğin görece yüksek olduğu sektörlerde de yaygın olarak uygulama alanı bulmaya başlamıştır.

Yapılan bu çalışmada yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan teknikler incelenmiş bu tekniklerin avantaj ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Daha sonra opsiyon fiyatlama modellerinin anlatımıyla reel opsiyonlar yöntemi hakkında geniş bilgi verilmiştir. Maden sektöründe gerçekleştirilecek bir yatırım projesi için reel opsiyon yöntemi kullanılarak bugün için negatif net bugünkü değere sahip bir projenin barındırdığı opsiyon değerinin hesaplanması karar alıcılara uygulama örneği olarak verilmiştir.

Yüksek lisans eğitimim sırasında desteğini esirgemeyen ve Türk bilim dünyasının gelişmesine her zaman katkıda bulunan TÜBİTAK’a, derslerine girme şansı bulduğum İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Mühendisliği Bölümü hocalarına, her daim anlayışlı ve çözüm odaklı olan tez danışmanım Doç.Dr. Oktay Taş’a ve eğitim hayatım boyunca beni destekleyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2010

Serhad ÖZTÜRK
Endüstri Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Tezin Bölümleri.....	2
2. YATIRIM PROJELERİ VE YATIRIM PROJELERİNİN ANALİZİ	5
2.1 Yatırım Kavramı	5
2.2 Yatırım Projelerinin Hazırlanması	6
2.2.1 Proje fikrinin doğuşu ve ön eleme	6
2.2.2 Ön araştırma	7
2.2.3 Fizibilite etüdü	7
2.2.3.1 Ekonomik etüdler	8
2.2.3.2 Teknik etüdler	8
2.2.3.3 Finansal etüdler	9
2.3 Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi.....	10
2.3.1 Belirlilik varsayımı altında proje değerlendirilmesi	12
2.3.1.1 Maliyet karşılaştırma yöntemi	12
2.3.1.2 Kar karşılaştırma yöntemi	13
2.3.1.3 Ortalama getiri oranı yöntemi	14
2.3.1.4 Geri ödeme süresi yöntemi	14
2.3.1.5 İç karlılık oranı yöntemi	15
2.3.1.6 Net bugünkü değer yöntemi	16
2.3.2 Belirsizlik varsayımı altında proje değerlendirilmesi	18
2.3.2.1 Duyarlılık analizi	19
2.3.2.2 Olasılık analizi	20
2.3.2.3 Simülasyon ile değerlendirme	20
2.3.2.4 Karar ağacı yöntemi	21
2.4 Geleneksel Değerleme Yöntemlerinin Yetersizlikleri	22
3. OPSİYON TEORİSİ.....	25
3.1 Opsiyonlar Hakkında Genel Bilgi	25
3.2 Opsiyon Çeşitleri.....	26
3.2.1 Opsiyon taraflarına göre.....	26
3.2.1.1 Alım (call) opsiyonu	26
3.2.1.2 Satım (put) opsiyonu	27
3.2.2 Opsiyon vadesine göre	27

3.2.2.1 Avrupa tipi opsiyon	27
3.2.2.2 Amerikan tipi opsiyon	28
3.2.3 Konusuna göre opsiyonlar	28
3.2.3.1 Döviz opsiyonları	28
3.2.3.2 Hisse senedi opsiyonları	29
3.2.3.3 Faiz opsiyonları	29
3.2.3.4 Emtia opsiyonları	29
3.2.3.5 Endeks opsiyonları	30
3.3 Opsiyonların Değerini Etkileyen Etmenler	30
3.3.1 Dayanak varlığın spot piyasa fiyatı	30
3.3.2 Kullanım fiyatı	30
3.3.3 Vadeye kalan süre	31
3.3.4 Varlık fiyatının değişkenliği	31
3.3.4.1 Tarihsel değişkenlik	32
3.3.4.2 Öngörülen değişkenlik	35
3.3.5 Risksiz faiz oranı	36
3.4 Opsiyon Fiyatlama Modelleri	37
3.4.1 Binom modeli	37
3.4.1.1 Tek dönemli binom model	38
3.4.1.2 İki dönemli binom model	41
3.4.2 Black&Scholes modeli	44
3.4.3 Black&Scholes ve binom modeli karşılaştırması	45
3.5 Opsiyon duyarlılıkları	46
3.5.1 Delta	46
3.5.2 Gamma	46
3.5.3 Vega	47
3.5.4 Theta	47
3.5.5 Rho	47
4. REEL OPSİYONLAR	49
4.1 Tanım ve Tarihçe	49
4.2 Reel Opsiyonların Kullanım Alanları	50
4.3 Reel Opsiyon Çeşitleri	55
4.3.1 Erteleme/bekletme opsiyonu	55
4.3.2 Vazgeçme opsiyonu	57
4.3.3 Esneklik opsiyonu	58
4.3.4 Büyüme opsiyonu	58
4.3.5 Kademeli yatırım opsiyonu	59
4.4 Reel Opsiyonların Unsurları ve Finansal Opsiyonlar ile Karşılaştırılması	60
4.4.1 Varlığın takip ettiği stokastik hareket	61
4.4.2 Varlığın piyasada işlem görmesi	61
4.4.3 Uygun iskonto oranı, risk ve değişkenlik	63
4.4.4 Kullanım fiyatı ve tarihi	66
4.4.5 Kar payı ödemesi	66
4.4.6 Bileşik opsiyonlar ve paralel opsiyonlar	67
4.4.7 Firmaya özel opsiyonlar	67
4.5 Reel Opsiyon Analizinin Geleneksel Yöntemler ile Karşılaştırılması	68
4.6 Black&Scholes Fiyatlama Modelinin Gerçek Opsiyonlara Uyarlanması	70
5. KÖMÜR MADENİ YATIRIMI İÇİN REEL OPSİYON UYGULAMASI	72
5.1 Kömür Sektörü Hakkında Genel Bilgi	73
5.1.1 Kömür hakkında genel bilgiler	73

5.1.2 Dünya kömür rezervi ve üretimi	74
5.1.3 Dünya kömür tüketimi	75
5.1.4 Dünya kömür ticareti	76
5.1.5 Kömür tüketimi ile ilgili beklentiler	78
5.1.6 Kömür fiyatları.....	79
5.2 Yatırım Projesinin Değerlendirilmesi	81
5.2.1 Hedef pazarın incelenmesi	81
5.2.2 Yatırım kararının analiz edilmesi.....	83
5.2.3 Geleneksel değerlendirme yöntemleri ile değerlendirme	83
5.2.4 Opsiyonun değerinin hesaplanması	86
5.2.5 Duyarlılık analizleri	89
5.2.5.1 Yatırım maliyetinin etkisi	90
5.2.5.2 Kömür fiyatlarının etkisi	91
5.2.5.3 Belirsizliğin etkisi	93
5.2.5.4 İskonto faktörünün etkisi	94
5.2.5.5 Üretim maliyetinin etkisi	95
5.2.5.6 Yatırım maliyetinin dönem artışının etkisi	97
5.2.6 Değerleme sonuçları	97
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR	103
EKLER.....	109

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
CAPM	: <i>Capital Asset Pricing Model</i> , Finansal Varlık Fiyatlama Modeli
CFO	: <i>Chief Financial Officer</i> , Mali İşler Direktörü
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
FOB	: Free on Board
IEA	: International Energy Agency
IMF	: International Monetary Fund
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İNA	: İndirgenmiş Nakit Akımları
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
MW	: Megawatt
NBD	: Net Bugünkü Değer
TL	: Türk Lirası
TTK	: Türkiye Taş Kömürü Kurumu
USD	: Amerikan Doları
WCI	: World Coal Institute

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 :Şenel'e (2006) ait proje değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılması.....	11
Çizelge 3.1 : Tarihsel değişkenliğin hesaplanmasına ait örnek.....	33
Çizelge 3.2 : Diğer tüm değişkenler sabitken yalnızca bir değişkenin değişmesinin opsiyon fiyatına olan etkisinin özeti.....	36
Çizelge 4.1 : Triantis ve Borison (2001)'dan uyarlanmış reel opsiyon kullanan firmaların listesi.....	54
Çizelge 4.2 : Marion (2003)'dan uyarlanan finansal ve reel opsiyonlar arasındaki ilişki.....	60
Çizelge 5.1 : World Coal Institute (2008) raporundan uyarlanan kömür üreticileri, ihracatçıları ve ithalatçıların listesi.....	77
Çizelge 5.2 : EPDK'dan (2010) uyarlanmış ithal kömür yakıtlı termik santral başvuruları.....	82
Çizelge 5.3 : Net bugünkü değer yöntemi ile değerlendirme.....	85
Çizelge 5.4 : Opsiyon değerlemede kullanılacak temel parametreler.....	87
Çizelge 5.5 : Opsiyon değerinin hesaplanması (Özet).....	88
Çizelge 5.6 : Duyarlılık analizinde kullanılacak değerler.....	89
Çizelge A.1 : IMF (2010) verilerine göre Avustralya İthal Taş KömürüKömür Fiyatları FOB (USD/ton)	110
Çizelge A.2 : Tarihsel volatilitenin hesaplanması	111
Çizelge A.3 : Her bir dönem için opsiyon değerinin hesaplanması	114

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Tek dönemlik binom modeli Dönmez ve diğ. (2002)'den uyarlanmıştır..	39
Şekil 3.2 : İki dönemlik binom modeli Dönmez ve diğ. (2002)'den uyarlanmıştır...	43
Şekil 5.1 : BP'nin (2009) raporuna göre kömür rezervleri en yüksek ilk beş ülke....	75
Şekil 5.2 : BP'nin (2009) raporuna göre kömür üretiminde en yüksek ilk beş ülkenin aldığı paylar.....	76
Şekil 5.3 : BP'nin (2009) raporuna göre kömür tüketiminde en yüksek ilk beş ülkenin aldığı paylar.....	77
Şekil 5.4 : WCI'nın (2009) raporuna göre temel kömür ticaret yolları.....	78
Şekil 5.5 : IEA'nın (2008) raporuna göre 1980-2030 dönemi birincil enerji ihtiyacının kaynaklara göre dağılımı.....	79
Şekil 5.6 : IEA'nın (2009) raporuna göre 2006 Mevcut Elektrik Üretim Durumu ve 2030 Projeksiyonu.....	80
Şekil 5.7 : IMF'nin (2010) verilerine göre fiyat endeksleri ve kömür fiyatları.....	81
Şekil 5.8 : TTK'nın (2010) verilerine göre Türkiye taş kömürü tüketimi.....	82
Şekil 5.9 : Opsiyon değerinin zaman içerisindeki değişimi.....	89
Şekil 5.10 : Yatırım maliyeti değişiminin opsiyon değerine etkisi.....	91
Şekil 5.11 : Yatırım maliyeti değişiminin opsiyon değerine ve yatırım zamanlamasına etkisi.....	92
Şekil 5.12 : Kömür fiyatları değişiminin opsiyon değerine etkisi.....	93
Şekil 5.13 : Kömür fiyatları değişiminin opsiyon değerine ve yatırım zamanlamasına etkisi.....	93
Şekil 5.14 : Belirsizliğin opsiyon değeri üzerine olan etkisi.....	94
Şekil 5.15 : Belirsizliğin opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi...	95
Şekil 5.16 : İskonto faktörünün opsiyon değeri üzerine olan etkisi.....	95
Şekil 5.17 : İskonto faktörünün opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi.....	96
Şekil 5.18 : Üretim maliyetinin opsiyon değeri üzerine olan etkisi.....	97
Şekil 5.19 : Üretim maliyetinin opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi.....	97
Şekil 5.20 : Yatırım maliyet artışının opsiyon değeri üzerine olan etkisi.....	98

REEL OPSİYONLAR İLE YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Yatırım projelerinin değerlendirilmesi sırasında kullanılan geleneksel yöntemler paranın zaman değerini dikkate alan ve almayan yöntemler olarak statik ve dinamik yöntemler olarak ikiye ayrılır. Finans piyasalarının ilk oluşmaya başladığı yıllarda paranın zaman değerini dikkate alan yaklaşımlar yeni oluşmaya başlarken günümüzde paranın zaman değerini dikkate almayan yaklaşımlar hesaba bile katılmamaktadır.

Günümüz küresel iş dünyasında belirsizlik her işin en temel noktasını oluşturmaktadır. Belirsizlik kelime anlamı itibari ile olumsuz bir itibar bıraksa da içerisinde sorunların çözülebilme kapasitesi belirsizliği ilgi çekici hale getirir. Her şeyin tam anlamıyla kesin ve belirli olduğu bir dünya, planlama için ideal bir ortam oluşturur. Eğer atılacak tüm adımların doğuracağı sonuçlar tam anlamıyla biliniyor olsaydı, yöneticiler hangi kararlar doğrultusunda getirilerini en üst seviyeye çekebileceklerinden emin olabilirlerdi. 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.

Opsiyon teorisi kullanılarak yatırım projelerinin değerlendirilmesi, reel opsiyonlar yaklaşımı olarak adlandırılır. Reel opsiyonlar yaklaşımının yatırım projelerini değerlendirmede kullanılan diğer tekniklere göre en önemli avantajı, projeleri dinamik bir şekilde değerlendirmesidir. Örneğin, net bugünkü değer yöntemine göre, proje ya kabul edilir ya da reddedilirken, reel opsiyonlar yaklaşımında diğer seçeneklere ilaveten projenin ertelenmesi seçeneği de vardır.

Çalışmanın uygulama kısmında Rusya’da bulunan bir maden yatırımı analiz edilmiştir. Bu analiz geleneksel değerlendirme yöntemleri ile gerçekleştirilmiş ve yatırım karlı görülmemiştir. Bu aşamadan sonra yatırımın erteleme opsiyonunun değeri hesaplanmış yatırım için ideal zaman belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra temel model parametreleri bazında duyarlılık analizleri yapılarak, opsiyon değerini en çok etkileyen model parametreleri bulunmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmayla, hem geleneksel yöntemlere alternatif olarak gösterilen reel opsiyonları tanımak hem de bu yöntemin gerçekten geleneksel yöntemlerin alternatifi olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Sonuçta, yöntem, yönetsel açıdan geleneksel yöntemlerden üstündür ancak teknik olarak geleneksel yöntemlerin alternatifi değil, tamamlayıcıdır. Yöntemin çözümünde de net bugünkü değer analizleri temel varsayımları oluşturmaktadır.

Çalışma sonucunda negatif net bugünkü değere sahip bir projenin de kabul edilebileceği; projenin asıl değerinin net bugünkü değer ile opsiyon değerinin toplamı olması gerektiği ortaya konmuştur.

EVALUATING INVESTMENT PROJECT WITH REAL OPTIONS: AN APPLICATION WITHIN MINING INDUSTRY

SUMMARY

Traditional evaluation techniques separate into two parts first the technique called static valuation and the other one is dynamic valuation. Static valuations do not consider the time value of money where dynamic valuations consider. In the first time that financial markets formed the dynamic methods were choices but today they are obligatory.

Uncertainty is the very basic point for today's global business world. Maybe uncertainty is a negative term but it contains some opportunity to whom may manage it. 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.

Evaluating the investment projects by using option theory is called real options approach. Under real options approach, projects are evaluated in a dynamic way which is the most important advantage of real options approach over the other investment evaluation techniques. For instance, while projects are either accepted or rejected under the net present value method, there is the choice of project deferral in the real options approach in addition to the other choices.

In the application section a mine investment in Russia has been analyzed. This analysis has been done by traditional valuation techniques and investment seemed to be inadequate. From this stage the value of defer option has been calculated and searched for ideal investment timing. After calculation of the option value a sensitivity analysis with the basic model parameters has been done for identifying the most affecting parameter in the model.

In this study, it is aimed to introduce real options and to consider if it is an alternative to traditional methods. As a result, real options method is superior to the traditional methods in a managerial sense and instead of being the alternative it is complementary in a technical sense.

In conclusion an investment project that has a negative net present value can be accepted because the real project value is the sum of net present value and option value.

1. GİRİŞ

Modern yatırım dünyasında belirsizliklerin yönetilmesi yöneticilerin asli görevi haline gelmiş ve yalnızca belirsizliği bertaraf eden değil belirsizliği yönetebilen yöneticilerin başarılı olabildiği görülmüştür

Değişken piyasa koşullarında esneklik ancak yöneticinin etkin olarak yeni bilgilerle donatılmasıyla sağlanabilmektedir. Bekle ve gör yaklaşımıyla yeni bilgilerin elde edilmesi, yatırımların değerlendirilmesi esnasında karşılaşılan belirsizlikleri kısmen de olsa açıklığa kavuşturmaktadır. Yöneticiler çoğunlukla bu erteleme sürecini sezgilerine ve tecrübelerine dayanarak analitik verilere dayanamayan verilerle yönetmektedir. Bu noktada opsiyonlar teorisinin yatırımları değerlemede kullanılması yöneticilere aradıkları esnekliği sağlamaktadır. Bu sayede geleneksel 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 dönüşlülüğü, belirsizliği ve gelecekte olacak bir olayın parasal boyutunu karar verme sürecine katma imkanı sunmakta ve yöneticilere verilerle karar verme imkanı sağlamaktadır.

Geleneksel yatırım değerlendirme yöntemleri, önceden belirlenen statik bir senaryoya bağlı kalarak, yatırımın değerine etki edebilecek belirsizlikleri ve gerek parasal gerekse de parasal boyutu olmayan diğer stratejik unsurları hesaba katmadan yatırımları değerlemektedir. Bu yöntemler günümüz piyasa koşullarında sınırlı kullanım alanına sahiptir. Karar vericiye yetersiz derinlikte, yalın analizler sunmakta dolayısıyla kapsamlı bir yol haritası çizmekten uzak kalmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Geleneksel değerleme yöntemleri tanıtılarak bu yöntemlerin kıyaslamalı avantaj ve dezavantajları ortaya konulacak; bu eksikliklerden yola çıkılarak yeni, modern ve tamamlayıcı bir değerleme yöntemi olan reel opsiyonlarla değerleme yöntemi incelenecektir.

Reel opsiyonların kullanım alanları araştırılacak ve geçmiş dönemde uygulama alanı bulan akademik yayınlar incelenerek reel opsiyonlar yönteminin tarihsel gelişimi incelenecektir.

Reel opsiyonların uygulamadaki kuvvetinden örnek vermek amacıyla Rusya’da faaliyet geçmeye hazır halde bulunan bir maden sahasının değerlemesi geleneksel değerleme teknikleri ile yapılacak ve daha sonra reel opsiyonlar teorisinden faydalanılarak bu yatırımın opsiyon değeri hesaplanmaya çalışılacaktır. Yatırımın asıl değerinin yalnızca net bugünkü değerden oluşmadığı; asıl değerin net bugünkü değer ile opsiyon değerinin toplamından oluştuğu gösterilecektir.

1.2 Tezin Bölümleri

Tezin giriş bölümünü takip eden ikinci bölümünde yatırım projeleri ve bu projelerin analizinde izlenebilecek yöntemler anlatılmıştır. Yatırım kavramı konusunda genel bilgiler verildikten sonra bir yatırım projesinin nasıl hazırlanması gerektiği anlatılmış ve ardından geleneksel yatırım değerleme teknikleri belirlilik ve belirsizlik varsayımı altında sınıflandırılarak detaylı anlatımları gerçekleştirilmiştir. Geleneksel değerleme yöntemlerinden özellikle net bugünkü değer analizinin üzerinde durulmuş ve detaylı olarak yöntem anlatılmıştır. Bölümün sonunda geleneksel değerleme yöntemlerinin yetersizlikleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde genel olarak opsiyonlar teorisine yer verilmiş ve opsiyonlar hakkında genel tanımlamalar yapıldıktan sonra farklı opsiyon sınıflandırma sistemleri anlatılmıştır. Ardından opsiyonların temel unsurları anlatılmış ve bu unsurların nasıl hesaplanabileceği üzerine anlatımlar yapılmıştır. Bölümün sonunda opsiyon duyarlılıkları anlatılmış ve nasıl hesaplanabileceği aktarılmıştır.

Dördüncü bölümde reel opsiyonlara yer verilmiş ve reel opsiyonların tanımı yapıldıktan sonra tarihçesinden bahsedilmiştir. Günümüze kadar olan süreçte reel opsiyonların uygulama alanlarının aktarıldığı bölümde daha sonra reel opsiyon çeşitlerine yer verilmiş ve opsiyon fiyatlama modellerinin reel opsiyonlara uyarlanması aktarılmıştır.

Beşinci ve son bölüm uygulama kısmına ayrılmıştır. Burada kömür madeni yatırım projesi değerlemesi yapıldığından öncelikle kömür hakkında genel bilgiler verilmiş; rezervi, üretimi, tüketimi, ticareti ve fiyatları hakkında analizler yapılmıştır. Bu analizler ile amaçlanan yatırım projesinin yalnızca ekonomik etüdlere odaklanmamak, ayrıca projenin ürünü olan kömür piyasası hakkında da bilgi sahibi olmaktır. Kömür hakkında makro analizlerin yapılmasının ardından, hedef pazar olan Türkiye ithal kömür piyasası incelenmiş ve kömür tüketim projeksiyonu anlatılmaya çalışılmıştır. Tüm bu temel analizler sonrasında yatırım ekonomik değerinin ölçülebilmesi için değerlendirme yöntemleri kullanılmış ardından da yapılan analizlere ilişkin duyarlılık analizleri tamamlanmıştır.

2. YATIRIM PROJELERİ VE YATIRIM PROJELERİNİN ANALİZİ

2.1 Yatırım Kavramı

Yatırım, belirli bir kaynağın ya da değerin, gelir sağlamak amacıyla kalıcı bir biçimde kullanılmasıdır. Tüketim kavramından temel farkı, kullanılan kaynak ya da değerin, işlem sonunda tükenmemesidir. Yatırım harcamasının sonucunda ortaya çıkan yatırım, orta ve uzun dönemde getiri sağlamaya devam eder.

Yatırım; genel anlamda yarınki tüketim için bugünkü tüketimden vazgeçme olayıdır. Halk dilinde yatırım, sermayenin, bir işte kullanılması, iş ortamında finansman amaçlarının modernleştirilmesi ve genişleme yatırımlarına tahsisi iken, işletme ekonomisinde yatırım, işletme amaçlarının gerçekleşmesi için sabit ve dönen varlıkları kapsayan toplam maliyettir. İşletme biliminde yatırım ise; gelecekte daha fazla gelir ya da başka yararlar elde etme amacıyla yapılan harcamalardır (Aşıkoğlu, 1995).

Yatırıma ülke açısından bakıldığında ülkede bir dönem içinde üretilen ve ithalatı yapılan malların tüketilmeyen ve ihracatı yapılmayarak sonraki döneme aktarılan bölümüdür (Kargül, 1996).

İşletme açısından ise yatırım; işletmenin yatırım ve üretim kapasitelerinde artış veya sürekliliğin sağlanması ve gelecekte belirli bir zaman sürecinde gerçekleşmesi beklenen karları elde etme amacıyla kıt kaynakların üretime tahsis edilmesi konularını içermektedir (Güvemli ve diğ., 1997).

İşletme bilimi açısından, belli bir üretim gücünün elde edilmesi için yapılan her türlü harcamaya yatırım denilmektedir. Bu harcamalar, alacaklar, stoklar gibi dönen varlıklara veya makine, taşıt, bina gibi sabit varlıklara yapılabilmektedir. Bir yıldan kısa sürede mal veya hizmetlere dönüşecek varlıklara yapılan yatırımlar, dönen varlık yatırımları; bir yıldan uzun süre yararlanılacak maddi veya gayri maddi varlıklara yapılan yatırımlar; duran varlık yatırımları olarak ifade edilmektedir.

Sabit varlıklara yatırım, genellikle, makine ve tesisler gibi işletmelerde uzun süreli üretim faaliyetlerinde kullanılan yatırımları ifade etmektedir. Analiz ve değerlendirme kolaylığı sağlamak amacıyla, sabit varlık yatırımlarını, yenileme yatırımları, genişleme yatırımları, mamul yatırımlar, modernizasyon yatırımları ve stratejik yatırımlar olmak üzere beşe ayırmak mümkündür (Ceylan, 2001).

- Yenileme yatırımı; tamir ve bakıma rağmen çalışamaz hale gelen bir tesisin yerine, aynı isin yapılabileceği bir tesisin satın alınması için yapılan bir yatırımdır.
- Genişleme yatırımı; bir tesisin genişletilmesi, satışların artma olasılığına karşı yeni pazarların ele geçirilmesi için yapılan yatırımlardır.
- Mamul yatırımları; mevcut mamullerin geliştirilmesi veya mamul dizisine yeni mamullerin eklenmesi amacıyla yapılan yatırımlardır.
- Stratejik yatırımlar; işletmeye dolaylı yararları olan yatırımlardır. Risk azaltıcı yatırımlar ve is görenlerin refahı için yapılan yatırımlar bu gruba girmektedir.

2.2 Yatırım Projelerinin Hazırlanması

Yatırım projelerinin hazırlanması bazı aşamaları içermektedir. Bunlar;

- Proje Fikrinin Doğuşu ve Ön Eleme
- Ön Araştırma ve
- Fizibilite Etüdüdür.

2.2.1 Proje fikrinin doğuşu ve ön eleme

Proje fikirlerinin doğuşu kişilerin kabiliyetleri, maddi imkanları, eğitim durumları ve benzeri etmenler tarafından etkilenmektedir. Bu yüzden, bir projenin nasıl doğduğundan ziyade mevcut proje fikirlerinin nasıl elimine edilerek faydalı olanlarının hayata geçirildiği önemlidir. Bunun iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bunun için de projeler değerlendirilirken ilk önce ihtiyaç araştırması yani pazar araştırması yapılarak ihtiyaç duyulan mal ve hizmetler belirlenebilmekte ve bu kapsamda projeler geliştirilebilmektedir (Sarıaslan, 1997).

Burada, bilinen bir ürünün talebinin fazlalığı, üretici firmaların fazlalığı, ürünün fiyatının yüksek olması, ürünün piyasaya tam olarak sağlanamaması gibi etmenler göz önünde tutularak proje geliştirilebilecektir. Bunun yanında, önce talep edilen ürün bulunabilmekte ve arz durumuna göre ihtiyaç derecesi araştırılarak ürüne göre de bir proje geliştirilmesi yapılabilmektedir. Bir yatırım projesinin doğusuna yol açacak ihtiyacı belirlemek için aşağıdaki faaliyetler yardımcı olabilecektir (Sarıaslan,1997).

- Mevcut sanayilerin durumunu incelemek
- Mevcut sanayilerin girdi ihtiyaçlarını ve çıktılarını incelemek
- Nüfusun gelişme eğilimlerini ve demografik verileri incelemek
- Kalkınma planlarını ve ekonomik değişme eğilimlerini incelemek
- Toplumsal değişme eğilimlerini incelemek
- Yeni yasaların etkinliklerini ve zorunluluklarını incelemek

2.2.2 Ön araştırma

Ön yapılabilirlik çalışması proje fikrinin doğuşu ve ön eleme ile esas fizibilite çalışması olan yapılabilirlik etüdü arasında bir geçiş aşamasıdır. Bu aşamada; piyasa ve tesis kapasitesi; talep ve piyasa araştırması, satış ve pazarlama, üretim programı, malzeme girdileri, bölge ve yer, proje mühendisliği, genel giderler, fabrika, idare ve satış giderleri, insan gücü, proje uygulaması ve mali analizler, yatırım masrafları, proje finansmanı, üretim maliyetleri ticari karlılık hususlarının belirlenmesi gerekmektedir (Berk, 2000).

2.2.3 Fizibilite etüdü

Yapılabilirlik çalışması (fizibilite etüdü) ekonomik analiz, teknik analiz ve finansal etüt olarak adlandırılan üç temel aşamadan oluşan bir ekonomik analizdir. Fizibilite etüdünün kapsamış olduğu ekonomik, teknik ve finansal analizlerinin yapılış sırası açısından bu şekilde bir sıra düzeni içinde birbirlerine bağlı olarak yapılmasının zorunlu olmaması ile birlikte, pratik uygulamalar böyle aşamalı bir analiz düzeninin büyük kolaylıklar sağladığını göstermektedir (Sarıaslan,1999).

2.2.3.1 Ekonomik etüdler

Ekonomik etütte incelenen konular şunlardır;

- Pazar araştırması ve talep tahmini,
- İşletme büyüklüğünün (kapasitesinin) saptanması,
- İşletmenin kuruluş yerinin seçimi.

Pazar araştırması ve talep tahmini, işletme büyüklüğünün saptanmasında esas alınan çok önemli bir çalışma olup, önceden belirlenen belirli bir mamulle ilgili bazı temel bilgileri sağlamayı amaçlar. Pazar araştırması; pazar analizini içeren pazarlama fonksiyonlarını kapsayan mal ve hizmet akışını etkileyen tüm pazarlama araştırmalarından farklıdır. Temel amacı, belirli bir mal veya hizmet üretimi için kişi başına düşen en yüksek kar olanaklarına sahip pazarları bulmaktır (Tokol, 1984).

İşletme büyüklüğünün saptanması, üretim kapasitesinin belirlenmesi ile ilgilidir. İşletmenin kuruluş yeri de çeşitli faktörlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda belirlenmelidir (Mucuk, 1996).

Yapılan pazar analizleri sonucu proje için uygun bir pazar varsa ve ürün pazarlanabilir bir ürün ise, fizibilite etüdünün ikinci aşaması olan teknik analize geçmek gerekir. Uygun olmayan bir durum olursa bu durum tekrar gözden geçirilmeli ya da projeden vazgeçilmelidir.

2.2.3.2 Teknik etüdler

Bu analizle genel olarak düşünülen projenin teknik olarak yapılabilirliğinin incelenmesi ve araştırılması amaçlanır. Eğer projenin gerçekleştirilmesi için alternatif teknolojiler varsa, bunların değerlendirilmesi ve uygun olan teknolojinin seçilerek imalat için gerekli sabit sermaye miktarlarının tahmin edilmesi de bu analiz kapsamındadır (Sarıaslan, 1997).

Proje ekibinin teknik elemanlarınca hazırlanan bu aşamada yer alan konular;

- Projenin teknik tanımı, tesis kurulacak arazinin zemin etütleri, hammadde ve yardımcı madde etütleri, laboratuvar testleri,
- Üretim ve teknoloji seçimi: kaliteyi bozmayacak, pazar şartlarının istediği şartları sağlayacak alternatifler arasından en uygununun, maliyeti düşük olanının seçilmesi,

- Üretilecek malların, yan ürün ve artıkların çeşitleri, nitelikleri, artıkları değerlendirme olanakları,
- Makine ve teçhizat seçimi; özellikleri, tercih sebepleri, yurt dışından getirilecek olanlar, teknik ömürleri ve maliyetleri.
- Tesisin yerleşme planı.
- İnşaat işleri.
- Montaj işlerinin kim tarafından nasıl yapılacağı ve harcama miktarı.
- Uygulama planı: işletmenin yatırım döneminde kuruluşunun aylara göre grafik veya tablolarla ayrı ayrı gösterilmesi.

Bir proje çalışmasında teknik analiz kısmında yapılması gerekli önemli aşamalardan biri de seçilen teknolojiye dayalı olarak üretilmesi düşünülen proje ürününün hammadde durumundan mamul madde durumuna dönüştürülme sürecinin nasıl olacağının belirlenmesi ve uygun bir biçimde düzenlenmesidir. Birçok kararın eş zamanlı olarak verilmesi gereken bu aşamada ele alınan önemli konular:

- Optimal üretim kapasitesinin seçimi
- Üretim tipinin ve iş akışının belirlenmesi
- Üretim programının belirlenmesi bunun içinde makine ve araç gereç seçimi:
- İşgücü ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Üretim sürecinin örgütsel yapısının belirlenmesi
- Fabrika içi yerleşme düzeni ve bina ihtiyacının belirlenmesi

2.2.3.3 Finansal etüdler

Genel olarak finansal analiz bir projeye ilişkin nakit giriş ve çıkışları ışığında gerekli finansal kaynakların ihtiyacını, bunların nereden ve nasıl sağlanacağını belirleyerek proje önerisinin ekonomik açıdan arzu edilebilirlik derecesini ve potansiyel bir tesis olarak faaliyetini ya da işleyişini devam ettirip ettiremeyeceğini değerlendirmeyi amaçlar. Projenin değerlendirilmesi sonucunda eğer karlı değilse ya da istenilen düzeyde değilse projeden vazgeçmek gerekir. Eğer proje karlı ise uygulamaya koymak için proje planı hazırlanmalı ve uygulamaya konulmalıdır (Sariaslan, 1997).

Finansal etüt genel olarak su konuları ele alır;

- Yatırım tutarının hesaplanması
- İşletmenin gelir ve gider tahminlerinin yapılması
- Finansman kaynaklarının saptanması
- İşletmenin karlılık durumları ile ilgili analizler
- Organizasyon durumu

2.3 Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi

Kaynakların kıt olduğu bir dünyada birçok projenin içinde hangilerine para ve zaman gibi iki önemli kaynağın ayrılacağı sorusu ciddi önem taşımaktadır. Bu nedenle ülkemizde ve dünyada bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça fazladır. Literatürde birçok farklı kaynağın taraması sonucu değerlemenin genel olarak belirlilik ve belirsizlik varsayımı altında olmasına göre iki farklı yönde incelendiği tespit edilmiştir. Çizelge 2.1’de bu varsayımlar altında uygulanan değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılması gösterilmiştir.

Belirlilik varsayımı altında yapılan değerlendirmeler paranın zaman değerinin dikkate alınıp alınmamasına göre statik ve dinamik yöntemler olarak ikiye ayrılmıştır. Tek dönemli ve paranın zaman değerini dikkate almayan yöntemler statik yöntemler olarak sınıflandırılırken, çok dönemli ve paranın zaman değerini dikkate alan yöntemler dinamik yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır (Şenel, 2006).

Çizelge 2.1 : Şenel'e (2006) ait proje değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılması

BELİRLİLİK VARSAYIMI		BELİRSİZLİK VARSAYIMI
ALTINDA PROJE DEĞERLEME YÖNTEMLERİ		ALTINDA PROJE DEĞERLEME YÖNTEMLERİ
STATİK YÖNTEMLER	DİNAMİK YÖNTEMLER	
1.Denetim yoluyla sıralama yöntemi	1. Net Bugünkü Değer	1.Riske göre minimum verim oranının farklılaştırılması
2.Yatırım karlılığı yöntemi	2. İç Verim Oranı	2.Nakit girişlerinin risk derecesine göre farklılaştırılması
3.Yıllık ortalama nakit girişlerinin yatırım tutarına oranı yöntemi	3. Karlılık endeksi yöntemi	3.Olasılık dağılımı yaklaşımı
4.Geri ödeme süresi yöntemi	4. Dinamik Geri Ödeme Süresi Yöntemi	4.Karar ağacı yaklaşımı
5.Maliyetlerin karşılaştırılması yöntemi	5. Sermaye kısıtlaması yöntemi	5.Simülasyon (benzetim)
6.Karların karşılaştırılması yöntemi	6. MAPİ yöntemi ve yerine koyma yatırımları	6.Belirlilik eşitliği (eşdeğer)
7.Muhasebe verim oranı	7. Yıllık eşdeğer gider yöntemi	7.Beklenen değer-risk-yöntemi
8.Sermaye bütçesine yönelik yöntemler	8. Fayda maliyet oranı yöntemi	8.Fayda birimleri yöntemi
i)Bölünebilir yatırımlarda		9.Duyarlılık Analizi
ii)Bölünemez yatırımlarda		
9.Sermayenin ortalama karlılığı yöntemi		
10.Ortalama karlılık oranı		

2.3.1 Belirlilik varsayımı altında proje değerlendirilmesi

Belirsizlik varsayımı altında birçok teknik mevcuttur ancak teknikler şirketler tarafından uygulamada daha çok kullanılmaktadır. Bu nedenle bu bölümde yalnızca en sık kullanılan yöntemler anlatılacaktır.

Graham ve Campbell (2001) 392 CFO ile yaptıkları değerlendirme yöntemlerinin kullanımı konusundaki araştırma anketleri sonucunda iç karlılık oranı, net bugünkü değer ve geri ödeme süresi yaklaşımlarının en çok kullanılan değerlendirme yöntemleri olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye’de benzer bir çalışmayı Kula ve Erkan (2001) 228’i KOBİ, 76’sı büyük işletme olmak üzere toplam 304 işletme için yapmışlardır. Türkiye için elde edilen sonuçlarda da net bugünkü değer ve geri ödeme süresi yaklaşımı toplamda aldığı %70’lik kullanım payı ile ilk sıraları almıştır.

Yaygın kullanımları nedeniyle belirlilik varsayımı altında yapılan proje değerlendirmesi yöntemlerinden en sık kullanılanlar anlatılacaktır.

2.3.1.1 Maliyet karşılaştırma yöntemi

Bu yöntemde, iki ya da daha fazla alternatif yatırım karşılaştırılarak uzun vadede maliyeti en düşük olanın seçilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle büyük yatırım projelerinin değerlendirilmesinde bu yöntemin kullanılması, çeşitli hataları da beraberinde getirmektedir:

- Yatırım projesinin neden olacağı satış geliri bu şekilde karşılaştırmada dikkate alınmamaktadır. Yani bu yöntem, gelir miktarı aynı olan yatırım projelerinde uygulanabilmektedir.
- Sermaye kullanımı dikkate alınmamakta dolayısıyla yatırımların ne derecede uygulanabilir olduğu bilinmemektedir.
- Kısa dönemde maliyetlerin sabit ve değişken diye ayrılması ve böylelikle maliyet fonksiyonunun elde edilmesi gerekmektedir.
- Yalnızca bir yıllık giderler dikkate alınmaktadır ve yatırımın farklı hayat seyrinden doğan değer farkları dikkate alınmamaktadır.
- Kullanım süresi sonundaki yatırımın hurda değeri dikkate alınmamaktadır.

- Kapasite değişiklikleri göz önünde tutulmamaktadır.

2.3.1.2 Kar karşılaştırma yöntemi

Çoğu yatırım projesinde, yalnızca maliyetlerin karşılaştırılması yöntemi yeterli olmamaktadır. Bazı yatırım kararlarında asıl amaç, işletmenin bozulmuş karlılık durumunda düzeltmelerin yapılması olabilmektedir (Yüksel,1982).

Maliyet karşılaştırma metodu, karşılaştırılacak olan yatırım projelerinin aynı gelir yapısına sahip olmasını kabul etmektedir. Ancak karşılaştırılacak olan projelerin farklı olması için iki neden vardır;

- Dönem başına ne kadar çok mamul üretilir ve piyasa malları ne kadar çok sabit fiyattan kabul edilirse, dönem başına sağlanacak satış geliri de o kadar yüksek olacaktır.
- Farklı kalitedeki mallar için pazar mevcut ise, birim fiyatların farklı olması nedeniyle, farklı seviyede dönem geliri elde etme imkanı vardır.

Bu durum genelde ikame ve genişletme yatırımlarında, bazen de rasyonelleştirme yatırımlarında görülmektedir. Bu durumda tercihler maliyetlerden çok projenin geliri yönünde değişmektedir. Bu yönteme göre yıllık karı daha fazla olan projenin tercih edilmesi gerekir (Berk, 2000).

Aşağıdaki nedenler dolayısıyla kar karşılaştırma yönteminin kullanımı oldukça sınırlı kalmaktadır.

- Kısa dönemli analize yer verilmesinden dolayı zaman içindeki gelişmeler dikkate alınmamaktadır. Özellikle yatırım projelerinin kullanımının ilk yılı göz önüne alınırsa bazı problemlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.
- Maliyet fonksiyonu elde etmek için sabit ve değişken maliyetlerin ayrılması uygulamada güçlük yaratır.
- Gelirlerin yatırım projelerine ayrı ayrı tahsisi uygulamada oldukça problemlidir.
- Sermaye kullanımı bu yöntemde de dikkate alınmamaktadır. Kar karşılaştırma metodu ile yatırımın rantabilitesi yeterli ölçüde önemsenmemektedir.
- Bu yöntem de paranın zaman değerini göz önüne almamaktadır.

2.3.1.3 Ortalama getiri oranı yöntemi

Bu yöntemde göre, yatırım projelerini değerlendirirken, vergiden sonraki ortalama gelir, ortalama yatırım tutarına oranlanmaktadır. Bu yöntemde göre, yıllık ortalama gelir, yıllık net nakit giriş ortalamasından amortisman çıkarılarak hesaplanmaktadır. Bu şekilde hesaplanan yıllık ortalama gelir, yatırımın ortalama değerine bölünür. Eğer, hurda değer söz konusuysa, hurda değer yatırım tutarından çıkarılır (2.1).

$$\text{Yatırım Karlılığı} = \text{Ortalama Yıllık Gelir} / (\text{Yatırım Tutarı} - \text{Hurda Değeri}) \quad (2.1)$$

Bu yöntemde de diğer statik yöntemler gibi, paranın zaman değeri dikkate alınmamaktadır. Ortalama yıllık net gelirin hesaplanmasında, amortismanlar dikkate alındığı için, aynı amortisman oranı yöntemi, kullanılmalıdır. Farklı amortisman yöntemlerin kullanılması ve yatırım projelerinin ekonomik ömürlerinin aynı olmaması, farklı ortalama yıllık net gelirlerinin hesaplanmasına neden olacak ve dolayısıyla yanlış yatırım projesinin seçilmesine yol açabilecektir.

2.3.1.4 Geri ödeme süresi yöntemi

Geri ödeme süresi ilk yatırım yapıldıktan sonra ileriki dönemlerde oluşacak nakit girişlerinin toplamının ilk yatırım tutarına eşit olduğu süredir (Brealey ve diğ., 2004). Yatırımcının, yatırım projesinden beklentisine göre kendisinin kabul edebileceği bir geri ödeme süresi vardır ve hesaplanan geri ödeme süresi kendisinin kabul edebileceği süreden kısa ise yatırımı yapmak isteyecektir.

Ross ve diğ. (2007)'ne göre geri ödeme süresi yönteminin olumlu yönleri;

- Anlaşılma ve uygulama kolaylığı,
- İleriki nakit akımlarındaki belirsizliği düzenlemesi,
- Likiditeyi göz önüne alan bir yöntem olmasıdır.

Ross ve diğ. (2007)'ne göre geri ödeme süresi yönteminin sahip olduğu olumsuz yönler ise;

- Paranın zaman değerini göz önüne almaması,

- Geri ödeme süresinden sonraki nakit akımlarını dikkate almaması,
- Ar-Ge gibi uzun dönemde getiri getirmesi beklenen projelere karşı olmasıdır.

Geri ödeme süresi yöntemi paranın zaman içinde değerini çok fazla kaybetmediği gelişmiş ülkelerde karar vericiler tarafından kullanılabilir ancak enflasyon ve dolayısıyla faiz oranlarının yüksek olduğu Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde yatırım proje değerlemelerinde sağlıklı bir sonuç vermeyecektir.

2.3.1.5 İç karlılık oranı yöntemi

Bir yatırımın iç karlılık oranı, yatırımdan sağlanan nakit girişlerinin şimdiki değerleri toplamını yatırılan sermayeye eşitleyen faizlenme (iskonto) oranıdır. İç karlılık oranı yöntemi daha çok karlılık üzerine odaklanan bir yöntemdir. Karar kuralı olarak iç karlılık oranını, sermayenin maliyetine göre durumuna bakılmaktadır. İç karlılık oranı, sermaye maliyetinden yüksek olan projeler kabul edilmekte aksi takdirde reddedilmektedir (Berk, 2000).

İç karlılık oranı yöntemi, net bugünkü değer yöntemine karşı en sık kullanılan yöntemdir. Aslına bakılırsa bir yatırımın iç karlılık oranı, o yatırımın nakit akışlarının net bugünkü değerini sıfır yapan iskonto oranına eşittir(Ross ve diğ., 2007).

Ross ve diğ. (2007)'ne göre iç karlılık oranı yönteminin olumlu yönleri;

- Net bugünkü değer yöntemine çok yakındır ve genelde benzer kararları verir,
- Anlaşılması ve anlatılması kolaydır.

Ross ve diğ. (2007)'ne göre iç karlılık oranı yönteminin sahip olduğu olumsuz yönler ise;

- Geleneksel olmayan nakit akışlarında çoklu sonuç verebilir,
- Birbirinin ikamesi olan yatırımların karşılaştırılmasında yanlış kararlara yönlendirebilir.

2.3.1.6 Net bugünkü değer yöntemi

Net bugünkü değer yöntemi, projenin nakit girişlerinin bugünkü değeri ile nakit çıkışları arasındaki farkın belirlenmesi ve eğer bir tek yatırım projesi ile ilgili olarak karar verilecekse farkın pozitif olması gerekecektir. Ancak birden fazla yatırım projesi arasından en uygun olanı seçilecek olursa, bu durumda, pozitif net bugünkü değerler arasında en yüksek olanı sağlayan yatırım tercih edilecektir (Berk, 2000).

Net bugünkü değer yatırımın gerçekleştirilmesi durumunda bugün oluşturulacak veya eklenecek değerlerin bir ölçütüdür (Ross ve diğ., 2007).

Net bugünkü değer yönteminin uygulanışında en önemli husus ileride oluşması beklenen nakit akımlarının, bugünkü değerlerine indirgenmesinde kullanılan iskonto oranının doğru belirlenmiş olmasıdır.

Kargül (1996)'ya göre iskonto oranı basit bir faiz haddi değildir ve ülke ekonomisi açısından bir değer taşımaktadır. İskonto oranı sermaye piyasasında uzun vadeli borçların gerçek faiz yüzdesine ya da borç alanın ödediği faiz yüzdesine eşit olmalıdır.

İskonto oranı ile hesaplanacak net bugünkü değer arasında ters yönlü bir ilişki mevcuttur. İskonto oranı yükseldikçe net bugünkü değer küçülecek, iskonto oranı küçüldükçe net bugünkü değer yükselecektir.

Brealey ve diğ. (2004) net bugünkü değerlerin belirlenmesinde iskonto oranının belirlenmesi kadar önemli olan bir diğer hususun nakit akışlarının tahmin edilmesi olduğunu belirtmişlerdir.

Nakit akımı analizinin bazı aşamaları;

- Beklenen nakit akımlarının tahmini,
- İskonto oranının (özsermaye maliyeti / ağırlıklı ortalama sermaye maliyetinin) tahmini (Tevfik, 2005),

Beklenen Nakit Akımlarının Tahmini;

Firmalar hasılat yaratırken maaş ve ücretler, satışların maliyeti, satış ve genel giderler, araştırma ve geliştirme giderleri gibi çeşitli giderlere katlanırlar. Faaliyetlerden sağlanan hasılat ile faaliyet giderleri arasındaki fark, esas faaliyet karını oluşturur. Firma hasılat yaratmak için yalnızca faaliyet giderleri yapmakla kalmayıp, ayrıca binalara, makinelere ve işletme sermayesine de yatırım yapar. Yine şirket, karları üzerinden vergi de öder. Esas faaliyet karından; ödenen vergiler, yapılan yatırım harcamaları (net işletme sermayesi ve duran varlık yatırımları) düşüldükten sonra kalan Firmaya Serbest Nakit Akımı olarak adlandırılır.

Firmaya Serbest Nakit Akımı, paydaşlar için önemli bir ölçüdür. Bu kalem, firma tarafından yapılması gereken yatırım harcamaları ve diğer nakit giderlerden sonra kalan nakdi gösterir (2.2). Bu nakit, paydaşlara ve şirkete finansal borç vermiş olan kişilere verilebilecek payıdır.

$$\text{Firmaya Serbest Nakit Akımı} = \text{Vergi Sonrası Esas Faaliyet Karı} - \text{Net İşletme Sermayesindeki Değişim} \quad (2.2)$$

Firmaya serbest nakit akımının tahmininde kullanılan yedi temel nakit akımı ölçüsü vardır. Aşağıda tanımlanan ve çoğu tarihsel verilerden yararlanılarak geliştirilen bu ölçülerden yararlanarak firma için geleceğe yönelik tahminler yapılır;

- Hasılatla büyüme oranı: Bu oran, artık getiri döneminde firma hasılatının da (satışlarında) yüzde olarak beklenen yıllık büyüme oranıdır.
- Amortisman öncesi esas faaliyet kar marjı: Bu oran, amortisman öncesi esas faaliyet karının hasılatla (net satışlara) bölünmesiyle bulunur.
- Vergi oranı: Firmanın gelir tablosunda yer alan vergi karşılığının vergi öncesi karına bölünmesi ile hesaplanır.
- Duran varlık yatırım oranı: Yıllık yatırım tutarlarının net satışlara bölünmesiyle bulunur.
- Amortisman oranı: Yıllık amortisman giderlerinin net satışlara bölünmesi ile hesaplanır. Duran varlık yatırımları eksi amortismanlar, net duran varlık yatırımları olarak tanımlanır.

- Ek net çalışma sermayesi yatırım oranı: Net çalışma sermayesindeki değişimin net satışlardaki değişme bölünmesiyle bulunur. Çalışma sermayesi, ticari alacaklar + stoklar – ticari borçlar olarak tanımlanır. Bu kalemler bilançolardan elde edilir.
- Artık getiri dönemi: Firmanın rekabetçi üstünlüğü nedeniyle, yeni yatırımlarından sermaye maliyetinden daha yüksek bir getiri elde ettiği dönem sayısı olarak tanımlanır.

İskonto Oranının Tahmini

Hangi indirgeme oranlarının tercih edileceği, aslında hangi nakit akımlarının tercih edileceğine bağlıdır. İndirgenmiş nakit akımları, özsermayeye özgü dağıtılan kar payları ya da serbest nakit akımları ise, buradaki uygun indirgeme oranı özsermaye maliyeti olmalıdır. Eğer indirgenmiş nakit akımı, şirkete özgü nakit akımını gösteriyor ise, bu takdirde kullanılacak indirgeme oranı ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti olmalıdır. Özsermaye değerlemesi Gordon'un özsermaye değerlendirme modeli, arbitraj fiyatlama modeli veya finansal varlık fiyatlama modeli ile değerlendirilmektedir. Ancak pratikte en çok finansal varlık fiyatlama modeli (Capital Asset Pricing Model) kullanılmaktadır.

Net bugünkü değer yönteminde önemli bir etken olan iskonto oranının belirlenmesinde aşağıdaki faktörler göz önünde tutulmalıdır;

- İşletme sermayesinin maliyeti
- Benzer yatırımlardaki karlılık oranı
- Sermayenin alternatif kullanım alanlarındaki karlılık oranı
- İşletmenin ortalama karlılık oranı
- Yatırımın taşıdığı risk

2.3.2 Belirsizlik varsayımı altında proje değerlendirilmesi

Berk (2000)'e göre yatırım kararları belirsizlik ya da risk taşıyan birçok veriye dayanmaktadır ve bu durum yatırım projelerinin geleceğe yönelik karakterinden kaynaklanmaktadır. Bir karar seçeneğinin birden çok sonucunun olduğu yatırım projeleri, belirsizlik koşulları altında değerlendirilmiş sayılır.

Gelecekte nakit akışı kesin olarak bilinen projelerin varlığı beklenen bir durum değildir. Genellikle bütün yatırım projelerinin gelecekteki nakit akışı, risk ve belirsizlik taşıdığından, risk ve belirsizliğin tanımlanması ve ölçülmesi, riskli projelerin değerlendirilmesi ve seçimi için önem arz etmektedir (Bayrakdaroğlu ve Ege, 2006).

Bir yatırım projesinin riski, projenin gelecekteki beklenen getirilerini etkileyecek değişkenlerde meydana gelebilecek değişmelere bağlıdır. Dolayısıyla projenin riskini belirleyebilmek için yatırımın beklenen getirisini etkileyen değişkenler ile bunların değişme miktarı saptanmalıdır. Bu amaçla en yaygın kullanılan yöntemler duyarlılık ve olasılık analizleridir (Kargül, 1996).

2.3.2.1 Duyarlılık analizi

Duyarlılık analizi bir projenin kapsamında yer alan değişken ve parametrelerin nasıl ve hangi derecede projenin getirilerini etkileyeceğini inceleyen bir yöntemdir. Dolayısıyla temel amacı fiyat, satış miktarı veya iskonto oranı gibi değişkenlerin, değişim aralığı içindeki değişmelerinin projenin karlılığı üzerindeki etkilerini hesaplamaktır (Kargül, 1996).

Trigeorgis (1996)'e göre duyarlılık analizindeki temel amaç her bir girdi kriterinin değişiminin, diğer girdi kriterleri sabitken, sonuca (net bugünkü değere veya iç karlılık oranına) olan etkisini ölçmek ve bu sayede ana girdi değişkeninin bulunarak bu değişkenin optimize edilmesini sağlamaktır.

Duyarlılık analizi diğer tüm veriler sabitken yalnız bir verinin değişmesini temel aldığı için riski tamamen ortadan kaldıramamaktadır. Sabit kalan verilerin tamda olması gerektiği değerde olduğunu temel alan bu yaklaşım yalnızca o an için değişen değere odaklanmaktadır. Kargül (1996) duyarlılık analizinin yetersiz kalan yönlerini şu şekilde açıklamıştır;

- Sonucun duyarlılık gösterdiği parametrelerin, değişme olasılıkları üzerinde genelde durulmaz. Örneğin, sonuç hiç değişme olasılığı bulunmayan bir parametreye karşı çok duyarlı, fakat değişmesi çok yüksek olasılıklı olan başka bir parametreye karşı duyarsız olabilir. Bu nedenle parametrelere karşı sonucun duyarlılığı ölçülmeden önce, bu parametrelerin değişme olasılıklarının bulunup bulunmadığının ve eğer böyle bir olasılık varsa bunun sayısal değerinin bilinmesi gereklidir.

- Faktörlerin her seferde sadece birinin değiştirilmesi ve diğerlerinin sabit kaldığı varsayımı eleştirilmektedir. Gerçekte faktörler rastlantısal olarak birlikte değişebilecekleri gibi, bunların arasında korelasyon olması da muhtemeldir. Bu durumda parametredeki birim değişiklik, diğer parametrelere de yansıyabilecektir.

Duyarlılık analizi yapılırken en önemli nokta her değişkenin muhtemel değişme aralığını ve bu aralıktaki değerlerin ortaya çıkma olasılığını bilmektir. Çünkü değişme aralığındaki her değer bir olasılık dağılımından alınmaktadır. Bu aralıkları ve olasılık dağılımlarını belirlemek ise olasılık analizinin amacıdır (Kargül, 1996).

2.3.2.2 Olasılık analizi

Olasılık dağılımı yaklaşımı yatırım projelerini riske göre inceleyen yaklaşımlar içinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde projenin sağlayacağı nakit girişlerinin beklenen değeri olasılıklarla çarpılarak bulunmakta ve bulunan değer risksiz iskonto oranı üzerinden, şimdiki değere indirgenerek, projenin değerlendirilmesi yapılmaktadır (Kargül, 1996).

Olasılık analizini her bir parametre için uygulamak zaman kaybına yol açacağından bu analiz yapılmadan önce duyarlılık analizi yapılarak sonucu en çok etkileyen parametrenin tespit edilmesi ve bu parametreye olasılık analizinin uygulanması önerilmektedir.

2.3.2.3 Simülasyon ile değerlendirme

Simülasyon tekniği verilen parametreler için belirlenen olasılık dağılımlarına göre üretilen rastsal sayılarla oluşturulan değerlendirme sisteminin davranışını incelemektedir. Farklı zaman dilimleri için farklı değerler alabilen parametreler, gerçek dünyadaki davranışlarına daha çok yaklaşabilmektedirler.

Simülasyon;

- Belirli kararların sonuçlarını ve gidişatlarını tahmin etmekte,
- Gözlemlenen sonuçların sebeplerini belirlemede,
- Yatırım yapmadan önce problem alanlarını belirlemede,
- Değişikliklerin etkilerini ortaya çıkarmada,

- Bütün sistem değişkenlerinin bulunmasını sağlamada,
- Fikirleri değerlendirmede ve verimsizlikleri belirlemede,
- Yeni fikir geliştirmeyi ve yeni düşünceyi teşvik etmede,
- Planların bütünlüğünü ve fizibilitesini test etmede kullanılmaktadır.

Simülasyon teknikleri içinde Monte Carlo simülasyonu değerlemede en sık kullanılan simülasyondur. Trigeorgis (1996) Monte Carlo simülasyonunun şu adımlardan oluştuğunu belirtmiştir.

- Proje bir takım matematiksel denklemler ve özdeşliklerle tüm önemli birincil parametrelere göre modellenir.
- Tüm birincil parametreler için olasılık dağılımları sezgisel olarak veya eski ampirik veriler kullanılarak belirlenir. Bu aşamada birincil parametrelerin neler olduğunun bulunması için duyarlılık analizinden faydalanılabilecektir.
- Her bir birincil parametre için bilgisayar programı kullanılarak belirlenen olasılık dağılımına göre rassal sayı türetilir ve her bir dönem için değer hesaplanır.
- Bu süreç birçok defa tekrarlanır ve her seferinde elde edilen değerler saklanabilirse nakit akışları veya net bugünkü değer için olasılık dağılımları bulunabilir. Bu sayede bu değerlerin beklenen değeri, standart sapması ve diğer istatistikî verileri hesaplanabilir.

2.3.2.4 Karar ağacı yöntemi

Önemli kararlar söz konusu olduğunda, bunların bir defada verilmesi yerine bir dizi kararlara bölünmesi ve kararların sırayla verilmesi mümkündür. Projelerin değerlendirilmesinde bu imkânı Karar Ağacı Yöntemi sağlamaktadır. Yatırım projelerinin objektif ve tutarlı bir biçimde seçilmesine olanak sağlayan Karar Ağacı Yöntemi, bir olayın gerçekleşmesinin diğer bir olayın gerçekleşme olasılığına bağlı olduğu varsayımından hareket etmektedir. Bu yöntem sayesinde belirsizlik koşulu altında karmaşık yatırım sorunları çözülebilmektedir (Aydın ve diğ, 2003).

Yatırım kararları sorununa, bir ağaç şeklindeki grafik çizimle yaklaşılarak gelecekteki seçeneklerin tamamı dikkate alınabilmekte ve yatırımcı hangi önlemleri daha önce alması gerektiğini kararlaştırabilmektedir.

Yatırımcının t dönemindeki kararları, planlanan durumların sonradan ortaya çıkacağı beklentisine dayanmaktadır. Ancak bu gerçekleşmezse, $t+1$ döneminde, sonraki karar aşamalarında başlangıçtaki davranış biçimini değiştirme olanağı bulunmaktadır (Berk, 2000).

Karar ağacının bazı özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Ağaç, soldan sağa doğru kronolojik sıra izleyerek oluşturulur.
- Ağaç, karar noktası ile başlar, şans noktası ile sona erer.
- Ağaç karar ve şans noktalarından çıkan bir dizi daldan oluşur.
- Her dal, bir karar noktasından çıkmışsa stratejiyle, şans noktasından çıkmışsa doğa durumu olarak adlandırılır.
- Ağacın herhangi bir noktasında geçmiş solda, gelecek sağda olur.
- Ağacın başlangıcındaki karar noktasından en sonundaki şans noktasına ulaşan dalların uzantısında sonuçlar bulunur.

Karar ağacı ile simgelenen sorun “geriye doğru endüksiyon” yöntemiyle çözümlenebilir. Bu yöntemde karar verici, kendisinin, ağacın sonunda ödemelerin olduğu yerde bulunduğunu varsaymaktadır (Gümüšoğlu, 2000).

2.4 Geleneksel Değerleme Yöntemlerinin Yetersizlikleri

Firma değerlemede kullanılan geleneksel nakit akımı analizleri, belirli nakit akımları beklentisi olan şirketleri değerlemek için yeterlidir. Hatta indirgenmiş nakit akımı analizlerinin teknolojik yatırımlar içeren veya belirsiz pazarlarda faaliyet gösteren şirketleri değerlemede oldukça uygun olduğu söylenebilir. Ancak belirsizlikler ile iç içe yaşayan birçok firmada ve etkin bir risk yönetimini gerektiren hallerde, sabit senaryolara dayalı bu yöntemler yetersiz kalmaktadır.

Aynı şekilde karar ağacı analizleri de nakit akım projeksiyonlarının aşamalandırıldığı durumlarda daha kullanışlı bir hal almakla beraber olasılıkların tahmininde ve iskonto oranının tespitinde sübjektiflik gösterdikleri için yanlış sonuçlara neden olabilmektedir.

Karar ağacı metodolojisi, hangi iskonto oranının seçilmesi veya riske karşı nasıl bir düzeltme gerektiği konusunda bilgi vermez ve ağırlıklı ortalama sermaye maliyetini iskonto oranı olarak kullanarak yanlış sonuçlar doğurabilmektedir (Coopeland ve Keeenan, 1998).

Simülasyon analizlerinde ise belirsiz değişkenler için binlerce uygun model kullanılmakta, ancak final karar tarihinden önce karar fırsatlarının değerlendirilebilme zorluğu bu yaklaşımın da kullanılabilirliğini oldukça azaltmaktadır. Bunun yanı sıra, sübjektif iskonto oranı kullanması ve finansal pazar bilgilerini göz ardı etmesi nedeniyle de simülasyon analizleri yorumlanması güç analizler arasında yer almaktadır (Katalan, 2003).

3. OPSİYON TEORİSİ

3.1 Opsiyonlar Hakkında Genel Bilgi

Opsiyon kelimesi Latince'den gelmekte olup tercih etme anlamını taşımaktadır.

Finansal piyasalarda gerçekleştirilen opsiyon sözleşmeleri, en genel anlamıyla, sözleşmeyi elinde bulunduran bireysel ve kurumsal yatırımcıya belirli bir varlığı belirli bir fiyattan ileride belirlenmiş bir tarihte veya öncesinde satın alma veya satma hakkı veren finansal bir araçtır (Yılmaz, 1998).

Opsiyon sözleşmesi, opsiyon priminin, opsiyon alıcısı tarafından satıcıya ödendiği ve alıcı tarafa işlemin yapıldığı tarih itibariyle belirlenen ileri bir tarihte veya opsiyonun tipine bağlı olarak söz konusu tarihe kadar, önceden belirlenmiş standart bir fiyattan, standartlaştırılmış miktar ve kalitedeki bir malı, kıymeti veya finansal göstergeyi alma veya satma hakkını veren, buna karşılık satıcıya yükümlülük getiren sözleşmedir (Dönmez ve diğ., 2002).

Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın (2005) yaptığı tanıma göre opsiyonlar, değeri başka bir varlığın değerine bağımlı olarak değişen türev ürünlerdir. Opsiyon, alan tarafa, üzerine opsiyon yazılan mal veya menkul kıymeti belirli bir vadede veya belirli bir vadeye kadar, belirli bir fiyattan, belirlenen miktarda alma veya satma hakkıdır. Dolayısıyla opsiyon sözleşmesi, alıcı tarafa bir hak sağlarken buna karşılık satıcı tarafı yükümlülük altına sokmaktadır. Satıcıya, altına girdiği yükümlülük ile aldığı riske karşılık olarak, alıcının aldığı hak karşılığında ödediği tutara ise opsiyonun primi denilmektedir. Opsiyonların alım opsiyonu, satım opsiyonu ve Avrupa opsiyonu, Amerikan opsiyonu olmak üzere iki çatı altında başlıca dört çeşidi bulunmaktadır.

Christopher (1999)'a göre opsiyonlar yeni ve inovatif bir ürün değildir. Çünkü MÖ 3500 yıllarında Fenikeliler ve Romalılar kendi gemilerinde taşıdıkları mallar için benzer kontratları yapmışlardır. Kendilerine göre ilk opsiyon kayıtları büyük bir ihtimalle antik Yunan'da Thales'e kadar uzanmaktadır. Thales astroloji bilgisini kullanarak yıldızlar üzerine yaptığı çalışmalar sonrasında zeytin hasatının iyi olacağını düşünmüş ve kış aylarında çiftliklerle zeytin baskı makinelerinin kullanımı üzerine opsiyon sözleşmelerine benzer sözleşmeler yapmıştır (Christopher, 1999).

Opsiyon piyasaları; sözleşmelerin şekil şartlarının standart olarak belirlendiği organize piyasalar ve sözleşmelerin şekil şartlarının, karşılıklı ihtiyaçlar göz önüne alınarak taraflar arasında serbestçe belirlendiği tezgâh üstü piyasalar olarak ikiye ayrılır. 1973 yılında Amerika'da kurulan Chicago Board Options Exchange dünyada ki ilk organize opsiyon borsasıdır. Avrupa'da yer alan ilk opsiyon borsası ise 1978 yılında Amsterdam'da kurulan European Options Exchange'dir (Yılmaz, 1998).

Günümüzde opsiyonlar hisse senedi, emtia, sabit getirili menkul kıymetler, döviz, endeks, faiz ve future kontratları üzerine yazılabilmektedir.

3.2 Opsiyon Çeşitleri

Opsiyon sözleşmeleri sözleşmenin taraflarına göre alım(call) veya satım(pull); vadelerine göre ise Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Opsiyon çeşitleri opsiyon fiyatlandırmasında önemli olmaktadır.

3.2.1 Opsiyon taraflarına göre

3.2.1.1 Alım (call) opsiyonu

Sözleşmeyi alan tarafa sözleşmenin yazıldığı değeri sözleşmede yazan fiyattan sözleşmede anlaşılan tarihte alma hakkı tanıyan sözleşmelere alım opsiyonu denilmektedir (Jordan ve Miller, 2008).

Alım opsiyonu alan yatırımcı opsiyonun sözleşmesinin üzerine yazıldığı ilgili değer gelecekte yükseleceğini düşünüyor olması gerekir. Vadesi dolduğunda spot fiyat ile opsiyon sözleşmesinin fiyatı arasındaki farka göre yatırımcı kararını verecektir. Eğer sözleşmede anlaşmaya varılan fiyat piyasadaki fiyattan düşükse alım opsiyonunu alan yatırımcı opsiyonu kullanacak aksi durumda opsiyonu kullanmayacak ve zararı yalnızca ödediği prim kadar olacaktır.

3.2.1.2 Satım (put) opsiyonu

Sözleşmeyi alan tarafa sözleşmenin yazıldığı değeri sözleşmede yazan fiyattan sözleşmede anlaşılan tarihte satma hakkı tanıyan sözleşmelere satım opsiyonu denilmektedir (Jordan ve Miller, 2008).

Satım opsiyonu alan yatırımcı opsiyonun sözleşmesinin üzerine yazıldığı ilgili değer gelecekte düşeceğini tahmin ediyor olması gerekir. Vadesi dolduğunda spot fiyat ile opsiyon sözleşmesinin fiyatı arasındaki farka göre yatırımcı kararını verecektir. Eğer sözleşmede anlaşmaya varılan fiyat piyasadaki fiyattan yüksekse satım opsiyonunu alan yatırımcı opsiyonu kullanacak aksi durumda opsiyonu kullanmayacak ve zararı yalnızca ödediği prim kadar olacaktır.

3.2.2 Opsiyon vadesine göre

Opsiyon tipleri Avrupa ve Amerikan tipi opsiyon olmak üzere temel olarak ikiye ayrılmakla birlikte bunların dışında bermuda, bariyer, egzotik ve vanilya opsiyon tipleri de mevcuttur. Ancak bu opsiyonlar Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonların türevleri olarak kabul edilmektedir (Fabozzi, 2002).

3.2.2.1 Avrupa tipi opsiyon

Avrupa tipi opsiyonlar sadece sözleşmede belirtilen tarihte kullanılabilir. Yalnızca vade sonunda kullanılabilen bu opsiyonların alıcı tarafından esnekliği daha az iken, satıcı tarafından riskliliği düşürmesi nedeniyle daha güvenlidir (Hull, 2006).

3.2.2.2 Amerikan tipi opsiyon

Amerikan tipi opsiyonlar vade sonu dâhil olmak üzere sözleşmede belirtilen süreye kadar herhangi bir zamanda kullanılabilir. Amerikan tipi bir opsiyonun hangi zamanda kullanılacağına belli olmaması nedeniyle satıcı tarafından daha riskli olarak algılanmakta ve bu nedenle Avrupa tipi opsiyonlara göre prim miktarı daha yüksek olmaktadır (Hull, 2006).

3.2.3 Konusuna göre opsiyonlar

Opsiyon sözleşmeleri çeşitli kıymetler üzerinden yapılabilir. Konusuna göre başlıca opsiyonlar;

- Döviz Opsiyonları
- Hisse Senedi Opsiyonları
- Faiz Opsiyonları
- Emtia Opsiyonları
- Endeks Opsiyonlarıdır.

3.2.3.1 Döviz opsiyonları

Borsaya bağlı gelecek sözleşmeleri ve vadeli teslim sözleşmeleri ilerde yapılacak döviz işlemlerine uygulanacak kuru bugünden belirler. Böylelikle kur riski önlenmiş olur. Ama bunların hiçbirisi müşteriye, sözleşme yapıldıktan sonra onu yerine getirmeme hakkı vermez. İleri tarihte spot kur daha uygun ise, müşteri, sözleşmeyi uygulamak istemeyebilir. Spot piyasada işlem yapmayı tercih eder. Döviz opsiyonları bu ihtiyaçtan doğmuştur (Seyidoğlu, 1997).

Döviz opsiyonu sahibine, belirli bir vadede veya önceden belirlenmiş bir fiyattan, belirli bir miktarda döviz satın alma veya satma hakkı tanıyıp, yükümlülük yükleyen sözleşmedir. ABD.'deki Philadelphia Borsası, dünyanın işlem hacmi bakımından en büyük döviz opsiyon borsasıdır. Borsa dışında yapılan opsiyon sözleşmesi ise, New York ,Londra ve Tokyo'da yapılmaktadır. Türkiye'de ise İzmir'de kurulu olan Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nda döviz opsiyonları mevcuttur.

Döviz opsiyon borsasının işlem hacmi bakımından, dünyanın en büyük opsiyon piyasasına sahip olmasına rağmen, birçok işlemin organize borsalar dışında yapılması nedeniyle gerçek rakamları tespit etmek mümkün değildir.

Döviz opsiyonları, riski kontrol etmek ve spekülatif amaçlı yatırım yapmak isteyenlere çeşitli alternatifler ortaya koymaktadır. Bu nedenle, döviz opsiyonu piyasasında aktif olarak işlem yapacak yatırımcıların, döviz opsiyonun değerini hesaplamaları lazımdır. Bu değeri belirlerken, birden çok faiz oranlarının modele dâhil edilmesi gerekir.

3.2.3.2 Hisse senedi opsiyonları

Hisse senedi opsiyonları, sahiplerine belirli bir hisse senedini, önceden belirlenmiş bir fiyattan belirli bir süre içinde alma veya satma hakkı verir. Bu opsiyonların, hisse senedi ihraç eden işletmelerle bir ilgisi yoktur. Bu çeşit opsiyonlar, işletmelerin hisse senetlerinin değerleri üzerine girilmiş birer bahis olarak nitelendirilebilir. Opsiyona konu olan hisse senedinin, işletme unvanı, kuponu vb. gibi bilgileri taşımak zorundadır.

Türkiye’de organize piyasa olarak Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası’nda IMKB 30 ve IMKB 100 endeksleri üzerine opsiyonlar mevcut iken tek bir hisse senedi üzerine yazılmış opsiyonlar mevcut değildir.

3.2.3.3 Faiz opsiyonları

Faiz opsiyonları, sözleşmeye konu olan değerın faiz oranıdır. Faiz alım opsiyonlarda, sözleşmede yazılı orandan borç alma hakkı doğmaktadır. Satım opsiyonlarda ise, sözleşme sahibi tasarrufunu sabit bir minimum orandan kullanmayı garantiler.

3.2.3.4 Emtia opsiyonları

Opsiyonlar tarihindeki en eski opsiyon olan emtia opsiyonları organize piyasalarda ilk olarak seksenli yılların başlarında finansal enstrüman olarak kullanılmıştır. Basta ABD, İngiltere ve Kanada olmak üzere gelişmiş bir çok opsiyon borsalarında emtialar üzerine opsiyon yazılmaktadır. Üzerine opsiyon yazılan emtialardan bazıları; petrol, bakır, altın, çelik ve buğdaydır.

3.2.3.5 Endeks opsiyonları

Dünyada uygulama olarak borsa endeksleri üzerine opsiyonlar yaygındır. Endeks opsiyonlarının satın alınmasıyla yatırımcı menkul kıymetleri tek tek seçme gereğini duymamakta bir sepet olarak endeks ile işlem yapabilmektedir. Yatırımcı sadece pazarın nasıl hareket edeceğini analiz ederek, yatırım kararı vermesi gerekecektir.

3.3 Opsiyonların Değerini Etkileyen Etmenler

Opsiyonların değerini etkileyen etmenler dayanak varlığın spot piyasa fiyatı, kullanım fiyatı, vadeye kalan süresi, varlık fiyatının volatilitesi, risksiz faiz oranıdır.

3.3.1 Dayanak varlığın spot piyasa fiyatı

Opsiyonun çeşidi ne olursa olsun opsiyon nedeniyle elde edilecek gelir dayanak varlığın spot fiyatı ile opsiyonun kullanım fiyatı arasındaki fark kadar olacaktır. Alım opsiyonlarında dayanak varlığın spot piyasa fiyatı arttıkça opsiyonun fiyatı da yükselecektir. Bu nedenle alım opsiyonlarında dayanak varlık fiyatı ile opsiyon değeri arasında doğru orantılı bir ilişki vardır (Dönmez ve diğ., 2002).

Satım opsiyonları ele alındığında dayanak varlığın spot piyasa fiyatı ile opsiyon fiyatı arasında ters yönlü bir ilişkinin mevcut olduğu görülecektir. Çünkü satım opsiyonlarında spot fiyatın yükselmesi opsiyonun değerini olumsuz etkileyecektir (Dönmez ve diğ., 2002).

3.3.2 Kullanım fiyatı

Opsiyonun kullanım fiyatı ile alım opsiyonunun fiyatı arasında ters orantı geçerlidir. Vadeleri aynı olmakla beraber kullanım fiyatları birbirinden farklı olan alım opsiyonlarından kullanım fiyatı daha düşük olanın fiyatı diğerine göre daha yüksektir (Dönmez ve diğ., 2002).

Satım opsiyonlarında ise alım opsiyonlarında olduğunun aksine kullanım fiyatı yüksek olan satım opsiyonunun değeri de daha yüksek olacaktır. Tüm özellikleri aynı olan iki put opsiyonu arasında tercihte bulunurken yatırımcı kullanım fiyatı yüksek olanı tercih edecektir. Kullanım fiyatı daha yüksek olan satım opsiyonunun kullanılması ile elde edilecek gelir daha yüksek olacağından yatırımcı bu opsiyonlar için daha yüksek bir bedel ödemeye razı olacaktır (Dönmez ve diğ., 2002).

3.3.3 Vadeye kalan süre

Vade süresinin uzunluğu kullanım özellikleri nedeniyle Avrupa ve Amerikan tipi opsiyonlarda farklı etkilere neden olacaktır.

Amerikan tipi opsiyonlarda vadeye kalan süre uzadıkça opsiyonun da değeri yükselecektir. Opsiyonun kullanılmak istenmesi halinde vadesi daha uzun olan opsiyon yatırımcıya daha fazla zaman tanıdığından fiyatı da daha yüksek olacaktır (Dönmez ve diğ., 2002).

Avrupa tipi opsiyonlarda vade sonuna kadar kullanım söz konusu olmadığından vade süresince ortaya çıkacak gelişmeler vadesi uzun olan opsiyonu diğerine göre daha olumsuz etkileyebilir (Dönmez ve diğ., 2002).

Hull (2006) vadeye kalan sürenin değişiminin hisse senedi üzerine yazılı opsiyonlarda değişkenlik göstereceğini belirtmiştir. Hisse senedinin temettü dağıtmasının söz konusu olduğu durumlarda Avrupa tipi opsiyonların vade sürelerinin önemli olduğunu ifade etmiştir.

3.3.4 Varlık fiyatının değişkenliği

Değişkenlik ölçümünün amacı dayanak varlığın fiyatında veya getirisinde oluşan dalgalanmanın ölçülmesidir. Değişkenliğin yüksek olması, dayanak varlığın fiyatında yüksek değişiklikler olduğu anlamına gelecek, bu nedenle yatırımcılar tahmin yapmakta zorlanacak ve bu nedenle opsiyonun fiyatı yükselecektir (Yılmaz,1998).

Değişkenlik hesaplamasında genel olarak iki farklı teknik kullanılmaktadır. İlk teknik değişkenliğin geçmiş dönemlerde elde edilen verilere dayanılarak, ilgili varlığın fiyat dalgalanmalarının standart sapmasının bulunması yoluyla hesaplanan tarihsel volatilitedir ve genellikle yüzde cinsinden yıllık olarak ifade edilmektedir.

Değişkenliğin hesaplamasında kullanılan ikinci teknik ise cari opsiyon fiyatına yansıyan varlık değerinin ileriye dönük değişkenliği konusunda piyasa katılımcılarının beklentilerine karşılık gelen öngörülen (implied) değişkenliktir. (Dönmez ve diğ., 2002).

Bir hisse senedinin değişkenliği (σ), hisse senedinden sağlayabileceğimiz getirilerin belirsizliğinin ölçüsüdür. Bu ölçüm, hisse senedi getirisi sürekli bileşiklendirme ile ifade edildiğinde, bir yıl içinde hisse senedinin sağladığı getirinin standart sapmasıdır(σ). T zamanında hisse senedi fiyatının oransal değişiminin standart sapması $\sigma\sqrt{\tau}$ 'dir.

Yıllık fiyat değişkenliğinin(σ), 0.3 veya %30'a eşit olduğu bir durumu düşündüğümüzde oransal değişimin standart sapması;

1 yıl için yaklaşık olarak %30,

6 ay için yaklaşık $30\sqrt{0.5} = \%21.2$,

3 aylık dönemde ise yaklaşık olarak $30\sqrt{0.25} = \%15$ olacaktır.

Karekök, riskin derecesinin hesaplanmasında önemli bir faktördür ve belirsizlik riskini ne kadar uzağa baktığımıza göre artırmaktadır. Örneğin bir hisse senedinin 4 haftalık değişkenliği yaklaşık olarak bir haftalık değişkenliğinin iki katı kadar olmaktadır (Hull,2006).

Black&Scholes Modeli, dayanak varlığın değişkenliğinin opsiyonun vadesi boyunca sabit kalacağını kabul eder. Değişkenliği belirlemek için kullanılmakta olan iki temel yöntem vardır. İlk metot tarihi verileri kullanmakta iken ikinci metot ise opsiyon piyasasında oluşan güncel verilerden faydalanmaktadır. Bu ikinci yöntem, hisse senedinin opsiyon piyasasında oluşan tahmini standart sapmasını bulmak için opsiyon fiyatlarını kullanmaktadır. Opsiyon piyasası tarafından oluşturulan tahmini standart sapmalara dayanan bu yöntemle öngörülen değişkenlik (implied volatility) denilmektedir (Kolb, 1995).

3.3.4.1 Tarihsel değişkenlik

Bu yöntem, opsiyonun yazıldığı hisse senedinin geçmişte bir zaman diliminde gösterdiği fiyat hareketleri dikkate alınarak uygulanır. Bir hisse senedi fiyatının değişkenliğini tahmin etmek için, hisse fiyatı genellikle günlük, haftalık, aylık ve yıllık gibi sabit zaman aralıklarında gözlemlenir.

Tarihi verilerle değişkenliği tahmin etmek için, rölatif fiyatlar, rölatif fiyatların logaritması, aritmetik ortalama ve logaritmik rölatif fiyatların standart sapması hesaplanır. “PR_t”yi, “PR_t = P_t / P_{t-1}” şeklinde “t” günü için rölatif fiyat olarak nitelersek, aritmetik ortalama (3.1) ve logaritmik rölatif fiyatların varyansı (3.2) için gereken formüller şu şekildedir;

$$PR = 1/T \sum \ln PR_t \quad (3.1)$$

$$VAR(PR) = 1/(T-1) \sum (\ln PR_t - PR)^2 \quad (3.2)$$

Örnek olarak bu formülleri Çizelge 3.1’de sunulan bir hisse senedine ait 11 günlük kapanış fiyatlarına uygularsak, bu 11 gözlem için 10 günlük getiri hesaplarız. İlk sütun günleri, ikincisi hisse senedinin o günlere ait kapanış fiyatlarını, üçüncü sütun rölatif fiyatları, dördüncü sütun rölatif fiyatların logaritmasını ve son sütun ise logaritmik rölatif fiyatların aritmetik ortalamasının(μ), her bir logaritmik rölatif fiyattan çıkarılması sonucu elde edilen rakamların karesini vermektedir.

Çizelge 3.1 : Tarihsel değişkenliğin hesaplanmasına ait örnek.

Gün	P _t	PR _t	ln(PR _t)	[ln PR _t -PR _μ] ²
0	100,00			
1	101,50	1,0150	0,0149	0,000154
2	98,00	0,9655	-0,0351	0,001410
3	96,75	0,9872	-0,0128	0,000234
4	100,50	1,0388	0,0380	0,001264
5	101,00	1,0050	0,0050	0,000006
6	103,25	1,0223	0,0220	0,000382
7	105,00	1,0169	0,0168	0,000205
8	102,75	0,9786	-0,0217	0,000582
9	103,00	1,0024	0,0024	0,000000
10	102,50	0,9951	0,0049	0,000053
TOPLAMLAR			0,0247	0,004294

Çizelge 3.1’den yapılan hesaplamalar sonucunda

$$\mu = 0,0247 / 10 = 0,00247$$

$$\sigma^2 = 0,004294 / 9 = 0,000477$$

$$\sigma = 0,021843$$

Çizelge 3.1’den elde edilen veriler ile yapılan bütün hesaplamalar günlük fiyatlara dayanmaktadır. Black&Scholes’de yer alan faiz oranı, vadeye kalan süre ve standart sapma parametrelerinin ortak noktaları hepsinin de bir zaman birimine dayalı olmasıdır. Ancak formülün doğru sonucu vermesi için doğal olarak her parametrenin dayalı olduğu zaman biriminin özdeş olması gereklidir. Genelde en çok kullanılan zaman birimi her üç değişken için de bir yıllık olanıdır. Yukarıdaki örnekte ardışık 10 işlem gününe ait standart sapmayı hesapladık. Belirtmek gerekir ki hesaplamalarda doğru sonuçları elde etmek için takvimdeki gün sayıları değil işlem günü sayısı esas alınmalıdır. Bu durumda hafta sonlarını ve tatil günlerini dışarıda bırakırsak bir yıl içinde 250-252 işlem günü mevcuttur. Bizde hesaplamalarımızda 250 işlem gününü kabul edeceğiz.

Hisse senedi fiyatları, verilen zamanın karekökü kadar artan bir standart sapma ile dağılmıştır. Bu nedenle biz de hesapladığımız tahmini değişkenliğin zaman boyutunu zaman biriminin karekökü ile çarparak düzeltiriz. Örneğin tablodaki verilerden elde ettiğimiz günlük değişkenliği(0,021843), $\sqrt{250}$ ile çarparak yıllık değişkenliği (0,3454) elde ederiz. Bu da bize opsiyonun yıllık değişkenliğinin %35 olduğunu gösterir.

Sonuç olarak, opsiyon piyasalarında kullanılan yıllık geçmiş sayılarla ilgili değişkenliğin aşağıdaki formül (3.3) ile hesaplanabileceğini görürüz (Uzunlar, 2006).

$$\text{Değişkenlik} = \sqrt{\sigma^2}[\log(P_t - P_{t-1})] * 250 \quad (3.3)$$

Ancak uygun gözlem sayısını belirlemek kolay değildir. Daha fazla veri bizi daha doğru sonuçlara götürecektir ancak değişkenliğin kendisi de zaman içinde değişmektedir ve geçmiş zamana ait veriler gelecek ile ilgili yapacağımız tahminler konusunda bizi yanıltabilecektir. Ancak bugünden geriye doğru 90 ile 180 arası günlük kapanış fiyatlarının makul olduğuna dair bir uzlaşa hakimdir.

Pratikte daha çok başvuru olan bir yol ise değişkenliğin hesaplanmak istediği süre kadar bugünden geriye (piyasanın kapalı olduğu tatil vb. gün sayısı hariç) günlük kapanış verilerini kullanmaktır. Değişkenliğin tespitiyle ilgili daha tutarlı sonuçlara ulaşmak için ise GARCH analizlerinden faydalanmak yararlı olacaktır.

3.3.4.2 Öngörülen değişkenlik

Pratikte opsiyon alım satımı yapanlar, opsiyonun değişkenliğini hesaplarken, tarihsel değişkenlikten ziyade öngörülen değişkenliği kullanırlar. Öngörülen değişkenlik ise piyasada işlem gören opsiyon fiyatlarının değişkenliği olarak açıklanabilir.

Öngörülen değişkenlik, belirli bir hissenin oynaklığı hakkında piyasanın öngörülerini yansıtmaktadır. Bir örnekle nasıl hesaplandığını ortaya koyarsak; Kar payı ödemeyen bir hisse senedi üzerine yazılmış bir alım opsiyonunun değerinin $C = 1.875$ TL, dayanak varlığı olan hisse senedinin $S_0 = 21$ TL, opsiyonun kullanım fiyatının $K = 20$ TL, opsiyonun vadesinin $T = 0.25$ TL ve vadeye kadarki risksiz faiz oranının $r = 0.1$ olduğunu varsayalım. Bu durumda öngörülen değişkenlik, alım opsiyonu formülünde “ σ ” yerini alacak olan değer olacaktır. Ancak ne yazık ki bu denklemi ters çevirerek “ σ ”yı “ C, S_0, K, T ve r ” cinsinden ifade etmemiz mümkün değildir.

Burada öngörülen değişkenliği bulmak için, deneme yanılma yoluna başvurulur. Örneğin 0.20 ile denemeye başlayabiliriz, değişkenliği %20 olarak denkleme yerleştirdiğimizde opsiyonun değeri 1.76 TL olarak bulunur. Gerçekte opsiyonun değerinin 1.76’dan büyük olduğunu ve opsiyon değerinin de değişkenliğin artması yoluyla artacağını bildiğimize göre ikinci denememizde “ σ ”ya ilk değerden daha yüksek bir değer olan 0.30’u verebiliriz. Değişkenliği %30 olarak belirlediğimizde opsiyonun değerini 2.10 TL olarak buluyoruz. Bu durumda değişkenliğin % 20 ile % 30 arasında olduğu sonucuna ulaşıyoruz ve üçünde denememizde değişkenlik için % 25’i denkleme yerleştirdiğimizde, bunun da aradığımız değerin üstünde dolayısıyla %20 ile % 25 arasında olduğunu görürüz. Bu yolla her tekrarda aralığı daraltarak en sonunda doğru sonuca ulaşırız. Bu örnekte de değişkenliği tekrar tekrar deneyerek en sonunda 0.235 yani yıllık % 23.5 değerine ulaşırız.

Öngörülen değişkenlikte opsiyon değerinin de bilinmediği durumlarda ise tahmin yürütme yoluna gidilir. Aynı kullanım fiyatına sahip opsiyonlar için farklı değişkenlik tahminleri yapıldığı durumlarda ise değişkenliklerin ağırlıklı ortalaması yatırımcının kendi görüşünü de yansıtacak şekilde saptanır.

Örnek vermek gerekirse yatırımcının bir opsiyonun öngörülen değişkenliği ile ilgili olarak ilk görüşünün yıllık % 21 olup parada olan bir opsiyona dayanmaktadır. İkincisi ise yıllık % 26 olup aşırı para dışı bir opsiyona dayanmaktadır. Her iki durumda da vadenin aynı olduğu unutulmamalıdır.

Parada olan opsiyonun fiyatı, aşırı para dışı olan opsiyonun fiyatına göre değişkenliğe karşı daha fazla hassastır. Parada olan opsiyonun öngörülen değişkenliği 0.9 ile aşırı para dışı olan opsiyonun değişkenliği ise 0.1 ile ağırlıklandırılmıştır. Bu durumda opsiyonun öngörülen değişkenliği $0.9 * 0.21 + 0.1 * 0.26 = 0.215 = \%21.5$ olacaktır (Chambers, 2005).

3.3.5 Risksiz faiz oranı

Hull (2006)'e göre risksiz faiz oranının, opsiyon değeri üzerine etkisi dolaylı olarak olmaktadır. Ekonomide risksiz faiz oranının yükselmesiyle yatırımcıların opsiyondan bekleyecekleri getiri de yükselecektir. Bununla birlikte opsiyondan belirli bir zaman sonra elde edecekleri beklenen getirilerin bugünkü değeri düşecektir. Beklenen tüm bu etkiler nedeniyle risksiz faiz oranının artması alım opsiyonunun değerini arttırırken, satım opsiyonunun değerini düşürecektir.

Hull (2006) opsiyon fiyatında etki eden değişkenlerin değişiminin, opsiyon fiyatına olan etkisini aşağıdaki tabloda özetlemiştir.

+ işareti değişkendeki artışın opsiyon fiyatını da arttıracakını,

- işareti değişkendeki artışın, opsiyon fiyatını düşüreceğini,

? işareti değişkendeki değişimin etkisinin belirsiz olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 3.2 : Diğer tüm değişkenler sabitken yalnızca bir değişkenin değişmesinin opsiyon fiyatına olan etkisinin özeti

Değişken	Alım Avrupa	Satım Avrupa	Alım Amerikan	Satım Amerikan
Varlık değeri	+	-	+	-
Kullanım fiyatı	-	+	-	+
Vadeye kalan süre	?	?	+	+
Değişkenlik	+	+	+	+
Risksiz Faiz Oranı	+	-	+	-

3.4 Opsiyon Fiyatlama Modelleri

Opsiyon fiyatlama modelleri, opsiyonun fiyatını etkileyen etmenleri veri olarak kullanarak, opsiyon fiyatlarının hesaplanmasında kullanılan matematiksel modellerdir (Yılmaz, 1998).

Opsiyonların fiyatlanması konusunda yeni teorilerin geliştirilmesi ve uygulanması esas olarak Fisher Black ve Myron Scholes tarafından 1973'te yapılan çalışmalardan sonra olmuştur (Cornett ve Saunders, 2003).

Black&Scholes modeli öncesi birçok çalışma yapılmıştır. Opsiyonların analitik değerlemesine yönelik ilk çalışma, 1900 yılında Sorbonne Üniversitesinde Louis Bachelier tarafından doktora tezi olarak sunulmuştur. Bachelier'in çalışmasında geliştirdiği süreç negatif hisse senedi fiyatlarının ortaya çıkmasına izin vermekte ve risk nötrlitesini kabul ederek paranın zaman değerini dikkate almamaktaydı (Yılmaz, 1998).

Case Sprenkle 1964 yılında yaptığı çalışmayla Bachelier'in formülündeki problemlerle ilgilenmiş ve hisse senetlerinin lognormal dağıldığını ve rassal yürüyüş çerçevesinde hareket etmesine izin vererek hem negatif hisse senedi fiyatlarının oluşmasını engellemiş hem de faiz oranlarını formüle ekleyerek risk duyarlılık kavramını etkin hale getirmiştir. Sprenkle'dan sonra James Boness aynı yıl modele paranın zaman değeri olgusunu eklemiş ve 1965'te Paul Samuelson, Boness'in çalışmasını geliştirerek hisse senedi fiyatlarının pozitif değerler alacak şekilde geometrik brownian hareket takip ettiğini kabul etmiştir (Yılmaz, 1998).

Black&Scholes modeli öncesi yaklaşımların ayrıntılı açıklamalarına değinilmeyecek yalnızca günümüzde yaygın olarak kullanılan Black&Scholes Modeli ve Binom Modeline yer verilecektir.

3.4.1 Binom modeli

John C. Cox, Stephan A. Ross ve Mark Rubinstein tarafından 1979 yılında geliştirilen binom model, opsiyon fiyatlamasında genelleştirilmiş bir nümerik yöntem sunmaktadır.

Opsiyonlar ile diğer türev ürünlerinin değerlemesinde kullanılan binom modeli, sözleşmeye konu varlığın kesikli rassal yürüyüş modellerinden ortaya çıkmaktadır. Gerçekte binom modeli iki temel varsayıma dayanmaktadır (Yılmaz, 1998).

Binom model opsiyon vadesince dayandığı varlığın mümkün fiyat değişimlerini gösteren bir ağaç ortaya koymaktadır. Bu ağaç üzerinde değerlendirme tarihinden başlayarak her bir periyot veya düğümün üzerinde fiyatlar elde edilmeye çalışılır. Varlık fiyatı herhangi bir düğüm üzerinde azalabilir veya artabilir. Fiyat hareketlerinin büyüklüğü opsiyonun dayandığı varlığın volatilitesi ve zaman aralığının uzunluğu ile belirlenir. Binom model opsiyonun vadesi boyunca faiz oranlarını ve volatilitayı sabit kabul etmektedir (Patrick ve Martin, 2005).

Jordan ve Miller (2008) binom modelin kabul ettiği varsayımları şu şekilde sıralamıştır;

1. Bilgi herkes tarafından erişilebilir durumdadır ve bu nedenle piyasa da tam rekabet durumu söz konusudur.
2. Herhangi bir periyotta fiyatlar yukarı veya aşağı yönlü olarak farklı oranlarda değişebilecek ve oranlar periyot bazında önceki periyot oranlarından bağımsız olarak gerçekleşecek ve periyotlar dışında fiyat değişimleri olmayacak böylece kesik zamanlı belirsiz süreç izlenecektir.
3. Tüm yatırımcılar tek bir faiz oranından borç alıp, verebilmektedirler.
4. Yatırımcılar getiri konusunda duyarlılığa sahiptirler ve her zaman yüksek getiriyi düşük getiriye tercih etmektedirler.
5. Yapılan işlemlerin maliyeti yoktur ve her hangi bir vergilendirme yapılmamaktadır.
6. Tüm vadeler için risksiz faiz oranı sabittir.

Binom modeliyle opsiyon fiyatlaması incelenirken tek dönemli binom model ve çok dönemli binom model ele alınacaktır.

3.4.1.1 Tek dönemli binom model

Tek dönemli model, opsiyonun vadesinin dolmasına bir dönem kaldığı varsayımına dayanmaktadır. Kalan tek dönem tamamlandığında varlığın fiyatının yükseleceği veya düşeceği varsayılmaktadır.

S = Varlık fiyatının bugünkü değeri

X = Kullanım fiyatı

r = risksiz faiz oranı

C = Opsiyon fiyatı olarak kabul edilmektedir.

Varlık fiyatının u oranında arttığı kabul edildiğinde yeni oluşan fiyat (3.4);

$$S_u = S (1 + u) \quad (3.4)$$

Varlık fiyatının d oranında azaldığı kabul edildiğinde yeni oluşan fiyat (3.5);

$$S_d = S (1 + d) \quad (3.5)$$

olmaktadır.

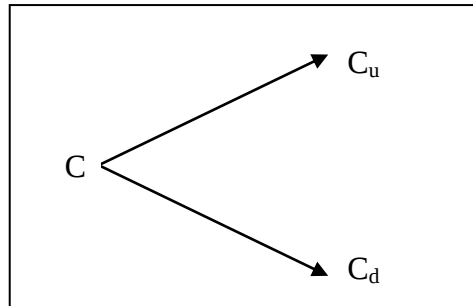
Alım opsiyonu ele alındığında vade sonunda oluşacak opsiyon fiyatı şu şekilde olacaktır (3.6) ve (3.7);

$$C_u = \max[0, S (1 + u) - X] \quad (3.6)$$

$$C_d = \max[0, S (1 + d) - X] \quad (3.7)$$

$S (1 + u)$ kullanım fiyatı olan X 'den daha yüksek olması halinde opsiyon karda, $S(1+d)$ 'nin kullanım fiyatından daha düşük olması durumunda opsiyon zararda olacaktır.

Şekil 3.1'de tek dönemlik bir opsiyonun binom modeli gösterilmiştir. Bu modelde C opsiyon fiyatının C_u veya C_d olabileceği gösterilmektedir.



Şekil 3.1 : Tek dönemlik binom modeli Dönmez ve diğ. (2002)'den uyarlanmıştır

Opsiyon süresi boyunca risksiz faiz oranı olan r 'nin artış oranı olan u 'dan düşük ve azalış oranı olan d 'den yüksek olduğu kabul edilmektedir.

Modelin amacı, opsiyonun teorik değerini ortaya çıkaracak bir formülün türetilmesidir. Teorik değer bulunduğunda opsiyonun gerçekleşen fiyatı ile karşılaştırılarak opsiyonun doğru fiyatlanıp fiyatlanmadığı bulunmaya çalışılmaktadır (Yılmaz,1998).

Alım opsiyonunu için formül çıkartılırken “ h ” adet hisse senedi ve kısa pozisyonda olan alım opsiyonundan oluşan risksiz bir portföy oluşturulmuş ve oluşan portföye korunma veya arbitraj portföyü denilmiştir (Dönmez ve diğ., 2002).

Oluşturulan risksiz portföyün değeri h adet hisse senedinin değerinden opsiyonun değerinin çıkartılmasıyla hesaplanmaktadır (3.8).

$$V = hS - C \quad (3.8)$$

Varlık değerinin dönem sonunda u oranında artış veya d oranında azalma olduğunda oluşacak yeni oluşacak portföy değeri şu şekilde(3.9) ve (3.10) hesaplanacaktır.

$$V_u = hS_u - C_u = hS(1 + u) - C_u \quad (3.9)$$

$$V_d = hS_d - C_d = hS(1 + d) - C_d \quad (3.10)$$

Pozisyonun risksiz olabilmesi için hisse senedinin fiyatı ne olursa olsun portföy değeri olarak aynı değere erişilmesi gerekmektedir (3.11), (3.12) ve (3.13).

$$V_u = V_d \quad (3.11)$$

$$hS(1 + u) - C_u = hS(1 + d) - C_d \quad (3.12)$$

$$h = [C_u - C_d] / [S(1 + u) - S(1 + d)] = [C_u - C_d] / [S_u - S_d] \quad (3.13)$$

S , u ve d değerleri bilinmektedir. Bu nedenle C_u , C_d ve h eşitliklerden bulunabilecektir.

Arbitraj imkanının olmadığı varsayımı altında, risksiz bir portföyün bir dönem sonunda elde edeceği getiri, portföyün bugünkü değerinin risksiz getiri oranına göre değerlendirilmiş haline eşit olmalıdır (3.14), (3.15) ve (3.16).

$$V(1+r) = (hS - C)(1+r) \quad (3.14)$$

$$V(1+r) = V_u = V_d \quad (3.15)$$

$$(hS - C)(1+r) = hS(1+u) - C_u \quad (3.16)$$

h ye ilişkin (3.13) de hesaplanan değer (3.16) da yerine koyulduğunda ve formülden C çekildiğinde (3.17) ve (3.18) elde edilmektedir.

$$C = [pC_u + (1-p)C_d] / [1+r] \quad (3.17)$$

$$p = (r - d) / (u - d) \quad (3.18)$$

Hesaplamalardan da görülebileceği gibi (3.18) bir alım opsiyonunun fiyatını etkileyen değişkenler; varlık fiyatı, kullanım fiyatı, risksiz getiri oranı ve fiyatların vade sonunda hangi oranda (u ve v) değişeceğidir. Model yalnızca hisse senedi fiyatını veri olarak almaktadır ve fiyatlandırılmasında riskin nasıl ele alındığı ile ilgilenilmemektedir. Yatırımcıların risk nötr, riskten kaçınan veya risk sever olmaları opsiyon fiyatını etkilememektedir (Dönmez, 2002).

3.4.1.2 İki dönemli binom model

Tek dönemlik binom modelinin oluşturulmasında opsiyonun vadesinin dolmasına tek bir dönem kaldığı varsayılmıştı. İki dönemli modelde de opsiyonun vadesinin dolmasına iki dönem kaldığı varsayımı esas alınacaktır.

İki dönem olması nedeniyle her bir dönem sonunda ortaya çıkabilecek her bir durumun ikinci dönemdeki değerleri de dikkate alınacaktır.

Tek dönemli binom modelinde olduğu gibi ilk dönem sonunda fiyat ya u oranında yükselecek ya da d oranında düşecektir. İlk dönem sonunda fiyatın u kadar yükseldiğini varsaydığımızda;

$$S_u = S (1 + u) \quad (3.19)$$

Bu vadeden sonra da fiyat u oranında artıp, d oranında azalabilecektir. Fiyat ikinci vadede u kadar artarsa (3.20) ya da (3.21)e erişilecektir.

$$S_u^2 = S (1 + u)^2 \quad (3.20)$$

$$S_{ud} = S(1+u)(1+d) \quad (3.21)$$

Aynı şekilde fiyatın ilk dönem sonunda d kadar düştüğü varsayıldığında;

$$S_d = S (1 + d) \quad (3.22)$$

Bu vadeden sonra da fiyat u oranında artıp, d oranında azalabilecektir. Fiyat ikinci vadede u kadar artarsa (3.23) ya da (3.24)e erişilecektir.

$$S_{du} = S(1+d)(1+u) \quad (3.23)$$

$$S_d^2 = S(1+d)^2 \quad (3.24)$$

Elde edilen sonuçlar çerçevesinde bakıldığında iki dönem sonun üç farklı fiyat oluşumu mümkün olacaktır.

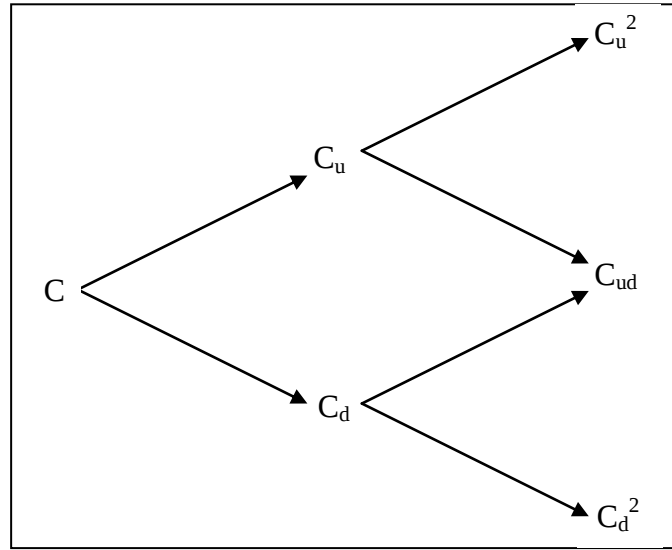
İki dönemli yaklaşımda vade sonundaki opsiyon fiyatları şu şekilde olacaktır.

$$C_u^2 = \max [0, S(1 + u)^2 - X] \quad (3.25)$$

$$C_{ud} = \max [0, S(1 + u) (1 + d) - X] \quad (3.26)$$

$$C_d^2 = \max [0, S(1 + d)^2 - X] \quad (3.27)$$

Opsiyon fiyatının izleyeceği muhtemel yol Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : İki dönemlik binom modeli Dönmez ve diğ. (2002)’den uyarlanmıştır

İlk dönem sonunda opsiyon fiyatı için yapılacak hesaplamalarda fiyatın u oranında arttığı varsayıldığında;

$$C_u = [pC_u^2 + (1-p)C_{ud}] / (1+r) \quad (3.28)$$

d oranında azaldığı varsayıldığında;

$$C_d = [pC_{ud} + (1-p)C_d^2] / (1+r) \quad (3.29)$$

Opsiyonun teorik fiyatı elde edilen iki fiyatın ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

$$C = [pC_u + (1-p)C_d] / (1+r) \quad (3.30)$$

(3.28) ve (3.29)’da hesaplanan değerlerde C_u ve C_d yerine (3.30)’de hesaplanan C değeri koyulduğunda;

$$C = [p^2 C_u^2 + 2p(1-p) C_{ud} + (1-p)^2 C_d^2] / (1+r)^2 \quad (3.31)$$

(3.31)’de alım opsiyonunun fiyatının vade sonunda gerçekleşen üç değer ağırlıklı ortalaması olduğunu göstermektedir. $(1+r)^2$ ise elde edilen değeri bugünkü değere indirgemektedir.

3.4.2 Black&Scholes modeli

Opsiyon fiyatlama teorisi 1970'lerin başında Fisher Black ve Myron Scholes'ün geliştirdiği Black&Scholes opsiyon fiyatlama modeliyle büyük bir gelişim göstermiştir. Black ve Scholes kendi adlarını verdikleri modeli ilk kez 1973 yılında "Opsiyon fiyatlaması ve Şirket Yükümlülükleri" adını verdikleri makalede yayınlamışlardır. Myron Scholes ve Robert Merton 1997'de opsiyon fiyatlama teorisi alanında öncü olan çalışmalarından dolayı ekonomi alanında Nobel Ödülü'nü almaya hak kazanmışlardır (Jordan ve Miller, 2008).

Black&Scholes modeli binom modelinin birçok dal eklenmiş halinin bir çözümüdür. Binom modeli gittikçe küçülen zaman dilimlerinde dallara ayrılmaya devam ederse ve yukarı ve aşağı yönlü fiyatlar uygun olarak seçilirse sonuç Black&Scholes modeli gibi olacaktır (Steiner, 2007).

Faiz oranı olan r her bir zaman dilimi boyunca gerçekleşecek risksiz faiz oranı olacak ve vade sonunda oluşan fiyatların sayısı gerçekte sonsuza erişecektir. Matematiksel olarak karmaşık olmasına rağmen, binom modeli için kullanılan denklem genişletildiğinde Black&Scholes modeli için kullanılan denkleme ulaşılacaktır (Yılmaz, 1998).

Steiner (2007), Black&Scholes modelinin dayandığı varsayımları şu şekilde belirtmiştir;

- İleride oluşacak fiyat değişimleri geçmiş değişimlerden ve spot fiyatlardan bağımsızdır.
- Volatilite ve faiz oranları opsiyonun ömrü boyunca sabit kalmaktadır.
- Bağıntılı fiyat değişikliklerinin olasılık dağılımları lognormaldir.
- İşlem maliyeti ve vergi bulunmamaktadır.
- Sözleşmeler dönem sonuna kadar temettü gibi ödemeler yapmamaktadır.

Opsiyon fiyatlama modelinde kullanılan terimlerin açıklaması şu şekildedir;

C = alım opsiyonunun değeri

P = satım opsiyonunun değeri

S = varlığın spot piyasa fiyatı

X = opsiyon sözleşmesinin kullanım fiyatı

t = opsiyonun vadesine kalan gün sayısı

σ = varlık fiyatına ait volatilité

r = risksiz faiz oranı

$N(d)$ = kümülatif standart normal dağılım

Black&Scholes modeli ile opsiyon fiyatlamasında kullanılan temel denklem alım ve satım opsiyonları için (3.32) ve (3.33)de gösterilmiştir.

$$C = S N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2) \quad (3.32)$$

$$P = -S N(-d_1) + X e^{-rt} N(-d_2) \quad (3.33)$$

$$d_1 = [\ln (S/X) + (r + \sigma^2/2) t] / [\sigma \sqrt{t}] \quad (3.34)$$

$$d_2 = [\ln (S/X) + (r - \sigma^2/2) t] / [\sigma \sqrt{t}] = d_1 - \sigma \sqrt{t} \quad (3.35)$$

3.4.3 Black&Scholes ve binom modeli karşılaştırması

Opsiyon fiyatlamasında kullanılan Black&Scholes modeli, binom modelin kapalı formdaki bir formülüdür. Opsiyonun vadesi boyunca adım sayısı(vade sayısı) ne kadar çoğalırsa, yani süre ne kadar kısa aralıklara bölünürse, binom modelden elde edilecek sonuçlar Black&Scholes yönteminden elde edilecek sonuçlara o kadar yaklaşacaktır.

Binom model ve Black&Scholes modeli arasındaki ilk fark modellerin varsayımlarından ileri gelmektedir. Binom modelde opsiyonun üzerine yazıldığı varlığın değerinin binom dağılıma uyduğu varsayılırken, Black&Scholes'te dağılımın lognormal olduğu kabul edilmektedir.

Modeller arasında oluşan diğer farklar ise Black&Scholes modelinin opsiyonun vadesi boyunca temettü ödemesi olmadığını ve opsiyonun sadece vadesi sonunda kullanılabildiğini kabul etmesidir. Binom modelde vade boyunca temettü ödemelerinin olabileceği kabul edilirken, opsiyonun vadesi boyunca kullanılabileceği kabul edilmektedir.

Her iki modelinde kabul ettiği ortak varsayımlar ise şu şekildedir;

- Getirilerin volatilitesi vade boyunca değişmemektedir.
- Risksiz faiz oranları vade başında belirlidir ve vade boyunca değişmemektedir.
- Opsiyonlar için herhangi bir işlem maliyeti bulunmamaktadır.

3.5 Opsiyon duyarlılıkları

Opsiyon fiyatına etki eden değişkenlere Bölüm 3.3'te yer verilmiştir. Temel değişkenlerin opsiyon değerine olan etkileri sofistike biçimde incelenebilmektedir. Opsiyon duyarlılıkları incelenirken kullanılan modeller Yunan harfleri olan delta, gamma, vega, theta ve rho ile anılmaktadır.

3.5.1 Delta

Opsiyonun deltası (Δ) opsiyonun değerinin, opsiyonun yazıldığı varlığın fiyatına göre nasıl değiştiğini ölçmektedir. Tüm diğer değerlerin aynı kalması koşuluyla, yalnızca dayanak varlığın fiyatının değiştiği kabul edilmektedir (Choudhry, 2001).

$$\text{delta } (\Delta) = \text{Opsiyonun değerindeki değişim} / \text{Varlığın değerindeki değişim} \quad (3.36)$$

Matematiksel olarak delta, opsiyon priminin dayanak varlığın değerine göre kısmi türevidir. Örneğin opsiyonun deltası %70 ise, dayanak varlığın değerindeki 100 USD'lik artış opsiyonun değerini 70 USD kadar arttıracaktır (Steiner,2007).

3.5.2 Gamma

Delta korunmasıyla ilgili olarak bir problem vardır ve bu problemde deltanın kendisinin fiyat değişimine karşı duyarlılığıdır. Opsiyonun gamması (Γ) dayanak varlığın fiyatındaki değişimlere karşı deltanın değişimini ölçmektedir (Hull,2006).

$$\text{gamma } (\Gamma) = \text{deltadaki değişim} / \text{Varlığın değerindeki değişim} \quad (3.37)$$

Matematiksel olarak gamma, opsiyon priminin dayanak varlığı fiyatına göre ikinci kısmi türevidir (Steiner,2007).

3.5.3 Vega

Opsiyonun vegası (epsilon (ϵ) , eta (η) veya kappa (κ) olarakta bilinir) opsiyon değerinin, opsiyonun dayandığı varlığın volatilitésinin değışmesine bağı olarak ne kadar değışim olacağını belirlemektedir.

$$\text{vega} = \text{Opsiyonun değeriindeki değışim} / \text{Volatilitédeki değışim} \quad (3.38)$$

Matematiksel olarak vega, opsiyon priminin dayanak varlığın volatilitésine göre kısmi türevidir. Vade sonuna yaklaşan opsiyonlarda daha düşük vega oluşurken, vadeye kalan süre uzadıkça vega da artacaktır (Steiner,2007).

3.5.4 Theta

Opsiyonun thetası (θ) vadeye kalan sürenin değışmesiyle, opsiyon değerinin ne kadar değışeceğini ölçmektedir.

$$\text{theta} (\theta) = - \text{Opsiyonun değeriindeki değışim} / \text{Vadedeki değışim} \quad (3.39)$$

Theta uzun opsiyon pozisyonları için negatifken, kısa opsiyon pozisyonları için pozitifdir. Piyasa fiyatı ve hedef fiyat ne kadar birbirinden ayrılırsa o kadar küçük theta elde edilecektir (Steiner,2007).

3.5.5 Rho

Opsiyonun rho (ρ)’su opsiyonun değerinin faiz oranlarındaki değışime göre ne kadar değışeceğini ölçmektedir. Rhonun vade arttıkça, yükselme eğilimi bulunmaktadır (Steiner,2007).

$$\text{rho} (\rho) = \text{Opsiyonun değeriindeki değışim} / \text{Faiz oranlarındaki değışim} \quad (3.40)$$

4. REEL OPSİYONLAR

4.1 Tanım ve Tarihçe

Reel opsiyonlar somut varlıklarla, nesnelerle, eşyalarla ilgili opsiyonlardır. Reel opsiyonlar teorik olarak finansal opsiyonlardan türetilmiştir ve firmaların yatırım kararlarına uygulanmaktadır.

Reel opsiyonlar asıl güçlerini yatırım kararlarında bulunan belirsizlikten ve yönetimin karar verebilme esnekliğinden sağlamaktadır.

Jonathan Mun (2003)'a göre reel opsiyonlar, stratejik nakit yatırım kararlarının alınması, yatırım kararlarının değerlemesi ve proje sermaye harcamaları bağlamında, yönetim kararlarının esnek olduğu belirsiz ve dinamik bir çevrede, opsiyon teorisini kullanarak gerçek fiziksel menkul kıymetlerin değerlemesi için finansal teori, ekonometrik analiz, yönetim bilimi, karar bilimi, istatistik, ve ekonometrik modelleri kullanan sistematik bir yaklaşım ve tümleşik bir çözümdür.

Reel opsiyon kavramı ilk olarak ABD'de 1960'lı ve 1970'li yıllarda, geri dönüşü mümkün olmayan ve/veya telafi edilemeyen devlet yatırımlarının incelenmesiyle ortaya çıkmıştır. Reel opsiyon yöntemi sonraki yıllarda geniş bir çerçevede ve birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanların başında ise enerji ve doğal kaynak yatırımları gelmektedir. Genel olarak, geri döndürülemez, belirsiz ve yatırım devam ederken bilgi akışının olduğu yatırım alanlarında opsiyon değeri de bulunmaktadır (Wang, 2002).

Finansal opsiyonlardan reel opsiyonlar türetme fikrinin sahibi ve reel opsiyonlar terimini ilk defa kullanan Stewart Myers'dır. Myers 1977 yılında Journal of Financial Economics'de yayınlanan "Determinants of Corporate Borrowing" adlı makalesinde yatırım projelerini değerlemede kullanılan geleneksel yöntemlerin, belirsizlikten ve yatırım projelerindeki riskten kaynaklanan opsiyonları ihmal ettiğini savunmuştur. 10 yıl sonra 1987'de Myers opsiyon teorisini devlet tahvillerine, devlet bütçesine ve yatırım projelerine uygulayarak teoriyi bir üst seviyeye taşımıştır.

4.2 Reel Opsiyonların Kullanım Alanları

Reel opsiyon teorisi üzerine uygulama çalışmaları 1970'lerin sonlarına doğru ortaya çıkmıştır.

Tourinho (1979) reel opsiyonları doğal kaynaklar alanında kullananların öncüsü olurken Brennan ve Schwartz (1985) opsiyon modelleriyle bir madenin işletilmesine ilişkin çalışmalar yapmıştır.

Kester (1984), büyüme opsiyonları ile ilgili teorik yapıyı daha stratejik bir hale getirmiş ve bunları yatırım projelerine nasıl uygulayacağını Harvard Business Review'da yayınlanan "Today's Options for Tomorrow's Growth" adlı makalesinde açıklamıştır (Brach, 2003).

Brennan ve Schwartz'ın, (1985) çalışmaları altın madeni rezervlerinin değerlendirilmesi amacıyla firmanın sahip olduğu altın çıkarma opsiyonunun altın fiyatları yüksek seviyelerde olduğu zaman gerçekleştirilmesi üzerinedir.

Paddock ve diğ. (1988) MIT enerji laboratuvarında opsiyon teorisini kullanarak yatırımlar hakkında deneyler yapmıştır.

Bjerksund ve Ekern (1990) petrol sektöründe reel opsiyon modeli üzerinde çalışmışlardır.

Herbelot (1992) termik enerji kaynaklarının çevreye ne kadar zarar verebileceği üzerinde çalışmalar yapmıştır.

Dias (1996) bu modeli petrol arama ve üretiminde kullanmıştır.

Amram ve Kutikula (1999) yayınladıkları kitapta finansal opsiyonları ve reel opsiyonları anlatmışlardır. Bazı reel opsiyon uygulamalarına yer veren bu kitapta, reel opsiyonların değerlemesine ilişkin detaylı bir bilgi yoktur, sadece reel opsiyonların ne kadar kapsamlı bir şekilde uygulanabileceğine dair fikir verir. Kitapta firmaların petrol araştırması yapmak amacıyla bir araziye kiralamasının bir opsiyonu ortaya koyduğu anlatılmaktadır. Keşif çalışmaları başarılı olduğu takdirde firma petrol kuyuları kazma ve petrol çıkarma opsiyonuna sahiptir. Eğer keşif çalışmaları olumsuz sonuçlanırsa, firma projeyi durdurma ve zararlarını sınırlama opsiyonuna sahiptir. Opsiyon keşif projesinin değerini arttırmaktadır; çünkü olası kayıpları azaltırken, yatırım projesinin karlılık potansiyelini en üst seviyede tutmaktadır.

Trigeorgis (1999) reel opsiyon modelini Ar-Ge projelerinden, e-ticaret, esnek üretim sistemleri, şirket birleşmeleri, küresel ısınma ve çevresel politikalara kadar pek çok alanda kullanmıştır.

Howell ve diğ. (2001) kitaplarında reel opsiyonlarla yeni tanışanlara kapsamlı bir sunum yapmışlardır.

Copeland ve Antikarov (2001) yayınladıkları “Real Options: A Practitioner’s Guide” isimli kitapları ile reel opsiyonlar üzerine yeni tartışmalar başlatmışlardır. Kitaptaki temel iddiaları “Piyasa Varlık Yadsıması” kavramıdır. Bu kavram temelde esneklik taşımayan bir projenin nakit akışlarının bugünkü değerinin, projenin finansal piyasada işlem gördüğü takdirde olacağı şekilde tahmin edilmesinin en tarafsız yöntem olduğunu savunmaktadır. Genelde piyasada işlem görmeyen reel opsiyonların değerlemesi için bu kavrama dayanan bir yöntem geliştirmişlerdir.

Boer (2002) reel opsiyon yöntemini, matematiksel modellere başvurmadan açıklamaya çalışmış ve bu çalışmasıyla, reel opsiyonların pratikteki uygulama alanlarına dikkat çekerek firmada karar verme yetkisine sahip olan yöneticileri bilgilendirmeyi hedeflemiştir.

Louberge ve diğ. (2002) nükleer enerji kaynaklarının çevreye ne kadar zarar verebileceği üzerinde reel opsiyon yöntemini kullanarak incelemeler yapmıştır.

Brezilya’da Moreira ve diğ. (2004), Castro (2000) ve Gomes (2002) termik enerji santralleri hakkında reel opsiyon teorisine dayanan benzer çalışmalarda bulunmuştur.

Türkiye’de reel opsiyonlar üzerine yapılan çalışmalar ise şu şekildedir;

Demirel’in 2002’de yayınladığı “Belirsiz Şartlar Altında Elektrik Üretimi Yatırım Planlaması: Türkiye İçin Bir Reel Seçenekler Uygulaması” çalışmasında yıl bazında yatırım alternatifleri değerlendirilerek geri dönüşü olmayan bir yatırım harcamasının yatırımı erteleme esnekliği olduğunda nasıl etkileneceği incelenmiştir.

Konuk (2006) “Şirket Değerleme Yöntemleri ve Reel Opsiyonlar Yaklaşımı” adlı çalışmasında şirket değerlendirme ve hisse senedi seçiminde kullanılan geleneksel yöntemleri kısaca irdelerek, reel opsiyonlar yaklaşımının bu alana nasıl uyarlanabileceğini anlatmaktadır.

Terzi (2006) “Gerçek Opsiyonlar ve Değerleme Yöntemleri” adlı çalışmasında klasik değerlendirme yöntemlerini avantaj ve dezavantajlarıyla anlatarak reel opsiyon kavramının şirket değerlemede geçerli olabilecek bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır.

Özogul (2006) “Yatırım Kararlarının Değerlemesinde Reel Opsiyonlar: Bilişim Teknolojileri Yatırım Uygulaması” çalışmasında e-ticaret sektöründeki bir firmanın gündemindeki olası bir bilişim teknolojisi yatırımının optimum zamanlaması opsiyon teorisi yardımıyla analiz edilmiş ve negatif Net Bugünkü Değer’e sahip bir projenin bile barındırdığı stratejik değerler ve oluşabilecek piyasa koşulları neticesinde karlı bir yatırıma dönüşebileceği gösterilmiştir.

Yıldırım (2007) “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Madencilik Sektöründe Bir Uygulama” çalışmasında yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemlerle birlikte reel opsiyon yöntemini inceleyerek; reel opsiyon yönteminin madencilik sektörü üzerindeki bir uygulamasını yapmıştır.

Bostan (2007) “Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama” çalışmasında yatırımların değerlendirilmesinde kullanılan reel opsiyonları, organik tarım üzerine yapılan bir yatırımı analiz ederek açıklamaya çalışmıştır.

Özkeserli (2007) “Gerçek Opsiyonlar ve Otomotiv Sanayinde Bir Uygulama” adlı çalışmasında yerlileştirme projelerini önce geleneksel net bugünkü değer analiziyle daha sonra reel opsiyon analiziyle değerlendirmeyi ve iki değerlemenin karşılaştırmasını incelemektedir. Analizde opsiyon çeşitleri sıralı opsiyonlar şeklinde yer almakta ve hesaplamada nümerik bir yaklaşım olan binom ağacı yöntemi, Türk otomotiv sanayinden bir yerlileştirme projesinin yatırım değerlemesinde kullanılmaktadır.

Karavardar (2008) “Yatırım Zamanlama Opsiyonları ve Bir Uygulama” adlı çalışmasında yatırım zamanlama opsiyonları irdelenerek, Türkiye için örnek bir çalışma yapılmıştır. Yatırım projelerinin içermiş oldukları gerçek opsiyonlar, faiz oranlarının vade yapısına ilişkin modeller, faiz oranı belirsizliği kavramları ana hatları ile incelenmiştir. Bir tekstil işletmesindeki, kojenerasyon tesisine yönelik örnek bir uygulamaya yer vermiştir.

Erdoğan (2008) “Sermaye Bütçelemesinde Geleneksel Yöntemlere Alternatif Olarak Reel Opsiyonlar Yöntemi” çalışmasında hem geleneksel yöntemlere alternatif olarak gösterilen reel opsiyonları tanıtmak hem de bu yöntemin gerçekten geleneksel yöntemlerin alternatifi olup olmadığını belirlemeyi amaçlamış ve sonuç olarak yöntemin, yönetsel açıdan geleneksel yöntemlerden üstün olduğu ancak teknik olarak geleneksel yöntemlerin alternatifi değil, yalnızca tamamlayıcısı olduğunu belirtmiştir.

Çalikuş (2008) “Telekomünikasyon Sektöründeki Esnek Yatırım Kararlarında Reel Opsiyonların Uygulanması” adlı çalışmasında reel opsiyon metodolojisi kullanılarak kablosuz haberleşme teknolojilerine yatırım yapacak firmalar için iki uygulama yapılmıştır. İlk uygulamada Türkiye’de geciken 3G yatırımları ele alınarak İstanbul için gerekli kapsama altyapı yatırımları analiz edilmiş ve. ikinci uygulama da ise gelecekteki kablosuz haberleşme yatırımları için şu andaki veriler doğrultusunda reel opsiyonlar kullanılarak ileriye dönük yatırım analizleri yapılmıştır.. Bu iki uygulamadaki ortak amaç teknolojik gelişmelerin getirdiği belirsizlik altında haberleşme sektöründeki yüksek maliyetli altyapı yatırımlarını analiz etmektir.

Safarov (2009) “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Enerji Sektöründe Bir Uygulama” çalışmasında yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemlerle birlikte reel opsiyon yöntemi incelenerek; reel opsiyon yönteminin enerji sektörü üzerinde uygulama çalışması yapılmıştır.

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. Çizelge 4.1’de günümüzde reel opsiyonlar yaklaşımı kullanan sektörler üzerine şirket isimleriyle birlikte genel bir bakış sunulmuştur (Triantis ve Borison, 2001).

Çizelge 4.1 : Triantis ve Borison (2001)’dan uyarlanmış reel opsiyon kullanan firmaların listesi.

Sektör	Firmalar
Petrol	Shell International; British Petroleum; ARCO; Statoil; Amoco; Esso; Marathon; PanCanadian; British Gas; Chevron; Andarko ve PetroCanada
İlaç/Bioteknoloji	Hoffman-La Roche; Genentech; Amgen; Merck, Genzyme ve ReCap
Bilisim/Telekomünikasyon	Intel Corp.; Toshiba Corp.; Hewlett-Packard; Digital 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
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

4.3 Reel Opsiyon Çeşitleri

Reel opsiyonlar yaklaşımının en temel özelliği, zaman geçtikçe oluşacak farklı şartlarda alınabilecek farklı kararları dikkate almasıdır. Klasik yöntemler, planlama zamanının başlangıcında alınacak kararı belirlemeye çalışır; ileride farklı uygulama yapmayı, başka bir statüye geçmeyi planlamaya katamaz.

Klasik analizlerde alınan kararlar statiktir ve farklı alternatifler değerlendirilmeye katılamaz. Reel opsiyonlarda ise alınan kararlar dinamikdir ve ileride karşılaşılabilecek şartlar için alternatif uygulamaları dikkate alır ve bu alternatiflerin uygulama esnekliğinin oluşturacağı değerleri hesaplar. Diğer bir ifadeyle, gerçek opsiyonlar karar esnekliğini göz önünde bulundurur. Bu esneklikten en iyi şekilde yararlanabilmek için uygulanacak stratejiyi araştırır, alınabilecek en uygun kararı belirlemeye çalışır. Esnekliğin parasal değerini tahmin etmek için kullanır (Uzunlar ve Aktan, 2006).

Bir yatırımı şimdi yapmak, yatırım kararını ertelemek, yatırımları aşama aşama yapmak, yatırımdan ileride çıkabilmek veya yatırım büyüklüğünü değiştirebilmek seçeneklerinin hepsi şirket için bir reel opsiyondur (Tan, 2004).

4.3.1 Erteleme/bekletme opsiyonu

Erteleme opsiyonu Mc Donald ve D.Siegel'in 1985 yılında yayımladıkları çalışmalarında yer alan bir eleştiriye dayanmaktadır. Buna göre yatırım kararlarında geleneksel NBD yaklaşımının kullanılması durumunda, yatırım zamanlamasına ilişkin olarak, sadece pozitif değere sahip projelere yatırım yapılması gerekmekte ancak bu durum belirli olasılıklar kapsamında yatırımın başka bir tarihte yapılmasının sağlayacağı avantajları yani erteleme opsiyonunu göz ardı etmektedir. Bu opsiyonlarda yatırım projelerinin başlangıç zamanı ertelenmektedir. Erteleme opsiyonu temelde bir Amerikan tipi alım opsiyonu olup, opsiyonun kullanım fiyatı yatırım projesine başlamak için yatırılan para miktarıdır (Copeland ve Antikarov, 2001).

Değerlemelerde bekleme opsiyonunu yani yatırımın fırsat maliyetini dikkate almayı gerektiren iki koşul söz konusudur. Bu koşullar, yatırımın geri dönüşümsüz olması ve bu dönemde yatırım yapmaya alternatif olarak bir başka dönemde de yatırımı gerçekleştirebilme olanağının bulunmasıdır.

Ertelenebilen bir proje, potansiyel projeler ya da ürün ve market çıktılarıyla ilgili öğrenme fırsatları yaratır. Herhangi bir yatırım için, yatırımın güvenli bir şekilde ertelenmesi için halen zaman olup olmadığı çok iyi bir şekilde düşünülmelidir. Ertelemek optimal ve güvenli olduğunda erteleme başarısız olursa yatırımın değeri düşebilir, fakat erteleme opsiyonunun değeri olduğundan fazla tahmin edilirse karlı bir yatırım yapma olasılığı da tamamen kaybedilebilir. Bu tip bir opsiyon için karar vermek basittir: Zaman değeri sıfır olana kadar opsiyonun kullanımı ertelenmelidir. Bu nedenle erteleme opsiyonunun değeri basitçe opsiyonun eğer varsa vadeye kadar kalan zamanının değeridir (Howell ve diğ., 2001).

Erteleme opsiyonu ya da yatırım için bekleme opsiyonu, bir yatırım kararını daha fazla bilgi ulaşıncaya kadar ertelemek suretiyle belirsizliği azaltma düşüncesi üzerine kuruludur. Bir maden için, tescil edilmiş hakkı olan bir maden firması, fiyat belirsizliğine karar verinceye kadar maden aramasını ertelemek isteyebilir. Maden içeriğinin yeniden elde etme maliyeti, metal satışından geleceği umulan gelir akışı ile karşılaştırılır. Maden sahibi, maden için lisans ücreti ya da mülkiyet vergisi öder ve pazar koşulları yukarı yönlü bir kazanç potansiyelini gerçekleştirdiğinde opsiyon kullanılır. Aslında maden sahibi sürekli alım opsiyonuna sahiptir. Opsiyon sahibi herhangi bir tarihte, hiçbir sona erme tarihi olmaksızın, opsiyonu kullanabilir.

Bekleme opsiyonları hakkındaki literatür, fırsat maliyetlerinin ya da beklemeye bağlı kâr payı benzeri etkilerin yokluğunda firmanın, vade dolmadan önce opsiyonu kullanmanın tercih edilir olduğunu bildiren bilgilerin gelişine kadar beklemesini önerirler. Bunun sebebi firmanın projeye başlamadan önce hiçbir zarar riski olmayacaktır, bu arada optimal kararı vermek için bekle ve gör stratejisini çıkarlarına göre kullanabilir. Fakat gerçekte, firma esneklik değerinden feragat ederek opsiyonu erken bir aşamada kullanmayı daha cazip bulabilir. Bunun sebebi erken yapılan stratejik yatırımların stratejik etkilerinden kaynaklanan belirli bir taahhüt değeri oluşturabilmeleridir (Wang, 2002).

4.3.2 Vazgeçme opsiyonu

Piyasa şartları yatırım faaliyeti için elverişli değilse, yatırımdan vazgeçme opsiyonu uygulanır (Kenç, 2003). Vazgeçme opsiyonları bazı kaynaklarda terk etme opsiyonları olarak ta adlandırılır.

Vazgeçme opsiyonları satma opsiyonlarıdır, dolayısıyla, piyasa ile ilgili beklentiler gerçekleşmediğinde ya da pazar koşulları değiştiğinde hurda değerini kurtarmak için yatırımların satılması hakkını verirler. Satma opsiyonu koşulların kötüye gitmesine karşı bir korumadır. Projeyi terk etme ve varlıkları paraya dönüştürme, opsiyon fiyatlama teorisinin uygulandığı ilk reel opsiyondur. Varlıkların satılması kayıpları azaltır ve yeni varlıklara veya daha değerli reel opsiyonlara izin verir (Brach, 2003).

Örneğin bir otomobil üreticisi firmanın pazarlamayı düşündüğü bir modelde satış miktarı istenilen düzeyde olmazsa, kurduğu üretim tesisini satmak isteyebilir. Tesisin satış imkanı (esnekliği), vazgeçme opsiyonuna karşılık gelir. Üretici isterse ileri bir tarihte tesisi satıp (vazgeçme opsiyonu uygulayarak) dışarıdan tedarik yöntemiyle otomobil satışı yapabilir veya opsiyon uygulamadan ürettiği otomobilleri satabilir. Üretici pazar şartlarına göre kendisine uygun kararı verecektir ve bu kararı vazgeçme opsiyonu uygulamak veya uygulamamak seçeneklerinden birisi olacaktır (Uzunlar ve Aktan, 2006).

İlaç üretim sektöründe faaliyet gösteren bir şirketin yeni bir ilaç geliştirdiğini varsayalım. İlacın gelişim sürecinin belirsizliğinden dolayı, düzenleyici kuruluşlar insanlar ve hayvanlar üzerindeki testlerde başarı onay talep eder. Yönetim bunun bir stratejik vazgeçme opsiyonu oluşturacağına karar verir. Bu, gelişimin gelecek beş yılı içinde herhangi bir zaman periyodunda yönetimin araştırma ve geliştirme sürecini yeniden gözden geçirebileceği, ilaç geliştirme programının sona erdirilip erdirilmeyeceğine karar verebileceği anlamına gelir. Beş yıldan sonra firma ilaç geliştirme teşebbüsünde ya başarılı olacaktır ya da tamamen başarısız olup opsiyonun değeri olmayacaktır. Eğer program iptal edilirse, firma sözleşmeli olduğu başka bir ilaç firmasına ilacın fikir hakkını satabilir. Diğer firmayla olan bu kontrat zaman periyodu içinde herhangi bir anda uygulanabilir (Mun, 2003).

4.3.3 Esneklik opsiyonu

Esneklik opsiyonu piyasa şartlarına göre, yatırımın ölçeğini değiştirebilme esnekliğidir. Piyasa şartları olumlu ise ölçeği büyütme; olumsuz ise ölçeği küçültme veya piyasa şartları belirsiz ise geçici bir süre için üretimi durdurmak ve piyasa şartları düzeldiğinde tekrar üretime başlayabilmek opsiyonlarıdır. Bunun yanında başlangıçta hedeflenen yatırımın faaliyet alanının zarara yol açması veya başka faaliyet alanlarının daha fazla kar getirmesi durumlarında, faaliyet alanlarını değiştirebilme opsiyonları da uygulamada mevcuttur (Kenç, 2003).

Yöntem çeşitlendirmesinin konusu, girdi ya da çıktıların bileşenlerinin, hacminin, konumunun ya da sürecinin değiştirilmesi olabilir. Bu yüzden esneklik opsiyonları, girdi esnekliği opsiyonları ve çıktı esnekliği opsiyonları olarak ikiye ayrılabilir. Girdi esnekliği opsiyonları, firmalara girdi maliyetlerindeki farklılıktan yararlanarak alternatif girdiler aracılığıyla kapasite değiştirme imkanı tanırken çıktı esnekliği opsiyonları ise firmanın ürün karmasını değiştirmek suretiyle kapasite değiştirme imkanı tanımaktadır (Moyer ve diğ., 1995).

Değişen piyasa koşulları karşısında, yönetim kararları ile bir projeyi genişletmek ve küçültmek yoluna gidilebilir. Esneklik opsiyonunu kullanmak için bir projeyi adımlara bölmek ve şartlara göre gerektiği kadar adımı onaylayarak projeyi genişletmek veya küçültmek şeklinde bir yaklaşım düşünülebilir. Örneğin bir havayolu şirketi uçuş yaptığı noktalara sefer sayısını arttırarak kapasitesini genişletmeyi seçebilir veya uçuş yaptığı noktalara yenilerini ekleyebilir. Bir diğer örnek olarak, bir esnek imalat sistemi kapasitesini azaltma seçeneği göz önünde bulundurulabilir (Uzunlar ve Aktan, 2006).

4.3.4 Büyüme opsiyonu

Büyüme opsiyonları, genellikle bir proje için yatırım yapıldıktan sonra şartlar daha büyük yatırımları desteklediğinde uygulanır. Büyüme opsiyonları her türlü sektörde uygulanabilirken özellikle yüksek teknoloji ve yüksek risk alanlarında önemlidirler. Biyoteknoloji, yazılım geliştirme ve uygulama, bilgi teknolojileri altyapısı gibi konular uygulama potansiyeli yüksek olan alanlardır.

Büyüme opsiyonları ya da stratejik opsiyonlar bir projeye başlanarak gelecekte olması muhtemel fırsatları uygun hale getirmektir. Örneğin; yeni bir pazara bir ürün sunmak negatif net bugünkü değere sahip olmasına rağmen proje firmanın yeni pazarda önünü açarak gelecek fırsatlar için yol açabilir. Üstelik pazardaki yüksek belirsizlik başlangıç projesinin nakit akışlarının bugünkü değerini küçültürken, pazara daha yüksek bir potansiyelle girme fırsatı anlamına da gelebilir. (Simon ve Efrat, 2002).

Büyüme opsiyonunun kullanılabilmesi için, imkan var ise öncelikle pilot uygulama yapılabilir. Pilot uygulamanın vereceği sonuca göre, veya pilot uygulama sonrasında piyasa şartlarında oluşacak değişimlere göre büyüme opsiyonu verimli bir şekilde kullanılabilir (Uzunlar ve Aktan, 2006).

4.3.5 Kademeli yatırım opsiyonu

Yatırım projelerinin kademelendirilip her safhada oluşan piyasa şartlarına göre yeni aşamalara geçilip-geçilmeyeceğine karar verebilmeyi sağlayan opsiyondur (Kenç, 2003)

Kademe opsiyonu, bir yatırımı adımlara bölmek ve adımları şartlara göre sırasıyla onaylamak ve uygulamak düşüncesi üzerine kuruludur. Bütün yatırımı tek bir seferde yapmak ve olumsuz bir sonuç çıktığında yatırımın hepsinin boşa gitmesi riskine karşı koruma sağlar. Kademe opsiyonları, yatırım tamamlanıncaya kadar şartların kontrolü ve uygun şartlar devam ettiği müddetçe adımların onaylanması esasına dayanır.

Bu şekilde kademeler, yöneticilere her kademede değerlendirme yapma ve uygun görüldüğü takdirde bir sonraki kademeye geçme fırsatı sunar. Böylece kaynakların gereksiz yere harcanması riski azaltılmaya çalışılır. Bu tür opsiyonları birbiri üzerine kurulmuş birçok alım opsiyonu şeklinde görebiliriz (Uzunlar ve Aktan, 2006).

Bazı projelerde, yatırımın tek aşamada yapılması kârlı değilken, projenin aşamalara bölünmesi halinde yatırım kârlı hale gelebilir. Bazı durumlarda ise yatırımın tek aşamada yapılması mevcut durumda kârlı iken, aşamalara bölünmesi bu kârlılığın daha da artmasını sağlayabilir. Petrol ve gaz arama ve üretiminde çok aşamalı gelişim sıkça risk yönetim stratejisi olarak kullanılmaktadır. İlaç sanayi gibi Ar-Ge yoğun sanayiler ve sermaye yoğun uzun gelişim süresi olan sanayiler aşamalı gelişimi kullanırlar. Aşamalı gelişme aynı zamanda öğrenmeyi artırma ve belirsizliği azaltma etkisine de sahiptir.

4.4 Reel Opsiyonların Unsurları ve Finansal Opsiyonlar ile Karşılaştırılması

Reel opsiyonlar, finansal opsiyonlar mantığı üzerine kurulmuş olsa da aralarında bir takım farklar bulunmaktadır. Her şeyden önemlisi, finansal opsiyonlar menkul kıymetler, emtia, döviz ve endeksler üzerinde uygulanırken, reel opsiyonlar reel varlıklar üzerine uygulanmaktadır. Bir reel opsiyon uygulamada, işletmenin kendisi ve tüm dış dünya arasında bir anlaşmadır ve finansal opsiyondan farklı olarak bir işletmenin ekonomik değerini değiştirebilecek güçtedir. Bu yüzden işletme reel opsiyonu aktif olarak yönetmelidir (Howell ve diğ. 2001)

Finansal opsiyonlarla ve reel opsiyonlar arasındaki kavramsal benzerliklerin doğru anlaşılması özellikle reel opsiyonların doğru fiyatlanması ile doğrudan alakalı olup, Çizelge 4.2’de temel opsiyon değişkenlerine yaklaşımları mukayeseli olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Marion (2003)’dan uyarlanan finansal ve reel opsiyonlar arasındaki ilişki

Finansal Opsiyonlar	Değişken	Reel Opsiyonlar
Kullanım fiyatı	K	Varlığı elde etmek için maliyetler
Varlık fiyatı	S	Varlıktan elde edilecek nakit akımlarının bugünkü değeri
Vadeye olan süre	t	Opsiyon süresinin uzunluğu uygulanabilir
Varlık getirilerinin varyansı	σ^2	Varlığın risksizliği, en kötü ve en iyi senaryonun varyansı
Risksiz faiz oranı	r	Risksiz faiz oranı

Reel opsiyonlar finansal opsiyonlara benzemekle beraber, önemli farklılıkları vardır. En önemli nokta, reel opsiyonlar belirsizliği ölçmek için kullanılır. Finansal opsiyonları değerlemek için, gereken bilgi ve onları uygulayıp uygulamamaya karar vermek, reel opsiyonlara göre daha fazla elverişlidir. Diğer bir farklılık ise, finansal opsiyonları uygulama hakkı yani opsiyona konu olan varlığı alma veya satma belirsiz değildir. Fakat reel opsiyon sahibinin satın alma hakkı ve bunun ne kadar sonra sona ereceği açık değildir.

Bir diğerk önemli husus ise, finansal opsiyonlar etkin piyasalarda satılması dolayısıyla fiyatın piyasa tarafından belirlenmesidir. Bunun tam tersine, olarak eğer yeni bir reel opsiyon yaratmak için, araştırma yatırımı yapar isek araştırma için yapılan yatırım, opsiyonun yaratacağı değerden daha fazladır. Çünkü reel opsiyonlar için piyasa fiyatı yoktur.

Özogul (2006) reel opsiyonlar ve finansal opsiyonlar arasındaki kavramsal farklılıkları incelemiş ve temel kavramsal farklılıklar olarak yedi ana başlık oluşturmuştur:

- 1.Varlığın takip ettiği stokastik hareket,
- 2.Varlığın piyasada işlem görmesi,
- 3.Uygun iskonto oranı, risk ve değişkenlik,
- 4.Kullanım fiyatı ve tarihi,
- 5.Kar payı ödemesi,
- 6.Bileşik opsiyonlar ve paralel opsiyonlar,
- 7.Firmaya özel opsiyonlar.

4.4.1 Varlığın takip ettiği stokastik hareket

Reel opsiyonu değerlemede Black&Scholes ya da binom modelini kullanmak için nakit akışının 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 benzeşmek zorunda değildir. Bunun özünde opsiyonun bir mal ya da proje üzerinde bir yükümlülüğe girmeden alıcısına bir hak sunması yatmaktadır. Varlığın nakit akışlarının takip ettiği bir stokastik işlem belirlenebilirse, opsiyonu değerlemek için bu stokastik işlemi ifade eden bir matematiksel model de oluşturulabilir ya da simülasyonla değerlendirme yoluna gidilebilir.

4.4.2 Varlığın piyasada işlem 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 uygulanabilir 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.

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 değeri değerlendirilebilir.

Copeland ve Antikarov (2001), ‘Piyasa Varlık Yadsıması’ savını ortaya koymuşlardır. 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 olduğunu ve mükemmel olarak kendisiyle korelasyon içinde olduğunu belirtir. Bu iki varsayım, reel varlık değerinin, opsiyonun fiyatlanması amacıyla, bir menkul kıymet olarak kullanılabileceğini önermektedir.

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 Keenan, 1998). Nedeni ister yönetimin eylemleri olsun ister belirsizliğin artması olsun, nakit akışının bağlı olduğu varlığın değeri yükseldikçe, opsiyonun değeri de artacaktır.

4.4.3 Uygun iskonto oranı, risk ve değişkenlik

Opsiyonun bünyesinde barındırdığı risklerden korunmak için risksiz bono ve piyasada işlem gören bir varlıktan oluşan bir eşlenik portföye gereksinim duyulur. Eşlenik 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 kavramını ortaya atan ikili, piyasada işlem gören menkul kıymetlerden oluşan ve opsiyonla aynı getiriyi sağlayan bir portföy oluşturmuşlardır.

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 baksa bir belirsizlik kaynağı yoktur. Dolayısıyla korunmalı pozisyonun sağlaması 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).

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.

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 artırma yönündedir (Buckley, 1998). Bu görüşün aksine Hevert ve dig. (1998), bir büyüme opsiyonu üzerinde enflasyonun risksiz iskonto oranı üzerindeki etkisini, araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda enflasyondaki artışı, 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 ise ekonomiyle ilintilidir ve talebi, rekabete dayalı fiyatlama unsurlarını 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 eşlenik portföyü belirlenerek ortadan kaldırılabileceği için, reel varlık yatırımlarını iskontolamak 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 olacağını belirtmişlerdir.

Değişkenlik, diğer bir ifadeyle toplam risk, opsiyon değerini etkileyen kritik öneme sahip bir belirleyicidir. Değişkenlik yüksek olduğunda getirilerin dağılımı geniş olmaktadır. Değişkenlik arttıkça, opsiyonun değeri daha yüksek olacaktır. Çarpık getiri fonksiyonu değişkenliğin etkisinin tek yönlü olarak gerçekleşmesine neden olmaktadır. Yüksek değişkenlik, hem kötü getiri şansını hem de iyi getiri şansını arttırır. 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 değişkenliğin ne şekilde belirlenmesi gerektiği reel opsiyon uygulamaları için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Değişkenliğin uygun bir şekilde belirlenebilmesi için geçmişten gelen verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Halbuki bu tip veriler mevcut olmadığı için reel varlık yatırımlarının değişkenliğinin 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).

Luehrman (1998), volatilitenin belirlenmesi amacıyla üç yaklaşım önermektedir. İlk yaklaşım uzman görüş 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 araştırmacılarıdır.

4.4.4 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, teknolojideki gelişmeler ve firmaya özel riskler opsiyonun ideal kullanım zamanlamasını etkileyecektir. Ayrıca reel opsiyonlar uygun koşullar olduğu takdirde anında kullanılamaz. Bir üretim alanının inşası, makinelerin kurulması ve işgücünün eğitilmesi gibi durumlar için belirli bir süreye ihtiyaç duyulacaktır.

4.4.5 Kar payı ödemesi

Opsiyon değerini etkileyen diğer bir etken de kar payı ödemesidir. Bir finansal opsiyon için kar payı, hissedarlara yapılan düzenli ödemeler (temettü) olarak kabul edilir. Bir reel varlık yatırımı için ise kar payı ödemesi, 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 diğ., 2004).

4.4.6 Bileşik opsiyonlar ve paralel opsiyonlar

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

Paralel opsiyonlar aynı proje üzerine bina edilmiş ve opsiyonları etkileşim halinde olan farklı opsiyonlardır. Bu opsiyonlar mutlaka karşılıklı dışlayan opsiyonlar olmak zorunda değildirler. Bunlara örnek olarak yeni bir teknolojinin farklı uygulamaları ya da yeni bir ürünün olası farklı pazar hedefleri verilebilir.

Geske (1979), bileşik opsiyonların değerlemesi amacıyla bazı yaklaşımlar geliştirmiştir. Trigeorgis (1996), reel opsiyonlar arasındaki etkileşimler üzerinde çalışmalarda bulunmuştur. Bir opsiyonlar havuzunun bileşik değeri genellikle bireysel değerlerinin toplamından farklıdır. Bir opsiyonun, opsiyonlar havuzuna getirdiği katma değer, genelde izole edilmiş (bireysel) değerinden daha azdır ve havuzdaki opsiyon miktarı arttıkça değeri düşecektir.

4.4.7 Firmaya özel opsiyonlar

Reel opsiyonların diğer bir sınıflandırması da opsiyonun sahipliğiyle ilgilidir. Bir reel opsiyon bir firmaya özel olabileceği gibi başka firmaların da uygulayabileceği ortak faydalanılabilecek paylaşılan bir opsiyon şeklinde olabilir. Finansal opsiyonlar ise herkesin sahip olabileceği ortak paylaşılan opsiyonlardır.

Firmaya özel reel opsiyonlar, paylaşılan ya da diğer opsiyonlarla rekabet halinde olan reel opsiyonlardan daha değerlidir. Paylaşılan reel opsiyonların daha düşük bir değere sahip olacağı açıktır. Bu durum, rakip firmaların benzer reel varlık yatırımlarını kendi bünyelerinde gerçekleştirerek opsiyonun sağlayacağı toplam kardan pay almalarından kaynaklanmaktadır. Kester (1984), firmaların yatırımları erteleme imkanına sahip olduğu durumlarda bile, yatırımları daha erken tarihlerde gerçekleştirme eğiliminde olduklarını gözlemlemiştir. Bir bakıma bunun sebebi, yatırımın geç gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak maliyetinin, yatırımın erken gerçekleştirilmesi durumunda oluşan maliyetin üzerinde olması, olarak yorumlanabilir.

Kester'in (1984) bir diğer yorumu ise şirketlerin genellikle yatırımlardan beklenen yüksek getiriyi sağlamak ve korumak için rekabete dayalı dominant bir pozisyon sağlamaya çalışmalarıdır. Bir firmaya daha seçici bir şekilde yatırımı zamanlama hakkının verilmesi, bazen gözden kaçırılsa da, firmanın pazara egemen olmasına yardımcı olacak büyüme opsiyonunun belirlenmesine imkan tanıyacaktır.

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 sıfıra düşer. Oligopolistik bir pazarda erken bir yatırım ile belirsizlik durumunda esnekliğin değeri arasındaki karar açmazını inceleyen Kulatilaka ve Perotti (1992), kantite egemen bir düopolde öncü firmanın daha büyük bir pazar payı kazanabileceğini ve talep dalgalanmalarından daha az etkileneceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla belirsizlikteki artış, erken yatırımın görece değerini de arttıracaktır.

4.5 Reel Opsiyon Analizinin Geleneksel Yöntemler ile Karşılaştırılması

Net bugünkü değer hesaplamalarında fırsat maliyetini dikkate almamızı gerektiren iki koşul söz konusudur. Bu koşullar, yatırımın geri dönüşümsüz olması ve bu dönemde yatırım yapmaya alternatif olarak bir başka dönemde de yatırımı gerçekleştirebilme olanağının bulunmasıdır. Yatırımın ertelenmesi ekonomik açıdan daha avantajlı olsa bile, firmaların bir dönem bile erteleyemeyecekleri yatırımlar vardır.

Bir başka rakibin piyasaya daha önce girmesi riski veya zamanın aleyhe işlediği patent hakkı gibi durumlarda yatırımı bir an önce yapmakta fayda vardır. Geciktirme zamanı ne kadar kısa ise ve geciktirme maliyeti ne kadar büyük ise, yatırım kararının geri dönülemez olması da yatırım kararını o derece az etkileyecektir (Hemantha ve diğ., 1999)

Geleneksel yöntemlerin bir diğer dezavantajı, değerlemeye alınan projelerin karar verici açısından bir sonuca varmasını sağlamakla birlikte, ilgili projenin rakip projeler karşısındaki durumu hakkında bir bilgi sunmamaktadır. Ayrıca aynı anda gerçekleştirilemeyen projelerin hayata geçirilmesinde, sınırlı yatırım bütçeleri ve beklenen nakit akımlarındaki belirsizlikler geleneksel projeler için birer sorun olmaya devam etmektedir.

Net bugünkü değeri pozitif olan bir proje geleneksel yöntemlere göre hemen gerçekleştirilmelidir. Bu projenin ertelenmesi proje karlılığını olumsuz etkileyecektir. Ancak bir reel opsiyon türü olan “zaman opsiyonu” mevcut pazar koşullarında karlı gözükmemekle birlikte gelecek dönemlerde, pazar koşullarının değişmesiyle birlikte, karlı hale gelebilecek projeleri de dikkate almaktadır. Zaman opsiyonu karar vericiye uygun yatırım ortamını beklemek gibi bir seçenek sunmaktadır. Yatırım projesi pozitif olmakla birlikte düşük bir karlılık sağlayan bir proje, gelecekte daha yüksek bir net bugünkü değer ve dolayısıyla daha yüksek bir karlılık getirebilir. Bu tür projelerde reel opsiyon daha uygun çözümler sunmaktadır. Kimi durumlarda bugün için negatif net bugünkü değere sahip olmakla birlikte gelecekte pozitif bir net bugünkü değere sahip olabilecek bir proje için geleneksel yöntemler yetersiz kalmakla birlikte, reel opsiyonun diğer bir türü olan “büyüme opsiyonu” bu tür projeler için kullanılabilir (Akkaya, 2005).

Reel opsiyonları geleneksel yaklaşımlara göre öne çıkaran birçok özellik mevcuttur. Geleneksel yaklaşımlardan bazısı nakit akımlı temelli değilken, bazısında analizler riske göre düzeltme uygulanmadan yapılmaktadır. Geleneksel yöntemlere göre reel opsiyonları öne çıkaran en önemli özellikler ise, reel opsiyonların belirsiz olduğu durumlarda çok daha sağlıklı bir değerlendirme yapma olanağı sunması ve opsiyonlar sayesinde projenin belirsizliğini karşılayabilecek esnekliğe sahip olmasıdır.

Net bugünkü değeri ve indirgenmiş nakit akımı yöntemi belirli senaryolar üzerine kurulmaktadır. Bu senaryolar ise, içinde önemli belirsizlikler barındırmaktadır. Her senaryonun sonuçları sabittir ve birbirinden farklıdır. Sonuçlar arasında uzlaşma sağlamak veya sonuçları birleştirmek olanaksızdır. Bu nedenle senaryolar arasında seçim yaparak hareket etmek gerekmektedir.

Net bugünkü değer yöntemi iki durumda geçerliliğini yitirmektedir:

- 1- Belirsiz bir çevrede faaliyet gösteren sistemlere uygulanırsa.
- 2- Etkili bir risk yönetimi uygulamak gerekirse.

Bu iki durumda, NBD yaklaşımı projenin değerini olması gerekenden daha az değerleyecektir (Katalan ,2003).

4.6 Black&Scholes Fiyatlama Modelinin Gerçek Opsiyonlara Uyarlanması

Reel opsiyon analizinin avantajı belirsizlik durumlarını piyasa bazlı ve objektif bir ölçümle değerlendirme olanağı sağlamasıdır. Bir finansal opsiyon, ilgili olduğu hisse senedi belirli bir fiyata ulaştığında alma ya da satma fırsatı verir. Benzer şekilde bir gerçek opsiyon da karşılaşılan belirli bir durumda harekete geçme ya da tavır alma hakkı verir.

Bu bir zorunluluk değil, haktır. Gerçek opsiyonları fiyatlamada kullanılan diğer bir yöntem, bir dizi matematiksel hesaplamaları içeren Black&Scholes Modeli'dir. Bu model beş değişkeni dikkate alır. Bunlar; projenin bugünkü değeri, projenin maliyeti, ertelenen kararın süresinin uzunluğu, paranın zaman değeri ve projenin riskidir.

Black&Scholes Modeli opsiyonların fiyatlandırılmasında temel bir analiz niteliğini taşımaktadır. Bu modelin ana prensibi sermaye piyasasının dengede olduğu bir durumda alım ve satım opsiyonunun fiyatlanması ve böylece oluşturulan portföyden beklenen getirinin, risksiz faiz oranına eşit olmasının sağlanmasıdır. Başka bir deyişle, modelin temel prensibi opsiyonun dayandığı varlıkla ilgili put opsiyonda kısa pozisyon, alım opsiyonunda uzun pozisyon tutarak risksiz faiz oranında getiri elde eden bir portföy kurma düşüncesidir. Model hisse senedi fiyat hareketlerinin lognormal bir dağılım izlediği, işlem maliyeti ve vergi ödemesinin olmadığı, risksiz arbitraj fırsatının bulunmadığı gibi bir dizi varsayıma dayanmaktadır. Bu varsayımlar altında, finansal opsiyonların fiyatlaması için (4.8) ve (4.9)'daki formüller geliştirilmiştir.

$$C = S N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2) \quad (4.8)$$

$$P = X e^{-rt} N(-d_2) - S N(d_1) \quad (4.9)$$

$$d_1 = [\ln(S/X) + (r + \sigma^2 / 2) T] / \sigma \sqrt{T} \quad (4.10)$$

$$d_2 = [\ln(S/X) + (r - \sigma^2 / 2) T] / \sigma \sqrt{T} = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (4.11)$$

(4.8)'de C; bir Avrupa alım opsiyonunun satın alma değerini, (4.9)'daki P ise bir Avrupa satım opsiyonunun satma değerini göstermektedir.

(4.8) ve (4.9)'daki $N(d_1)$, $N(d_2)$ ise standart normal değişken için kümülatif olasılık dağılım fonksiyonudur ($-\infty$ 'dan $d_{1,2}$ 'ye kadar).

5. KÖMÜR MADENİ YATIRIMI İÇİN REEL OPSİYON UYGULAMASI

Bu bölümde Rusya’da kömür madeni yatırımı yapma imkanına sahip olan ulusal bir firmanın yatırım projesi analiz edilmiştir. Yatırım kararı analiz edilirken yatırım projelerinin değerlendirilmesinde uyulması gereken kurallar çerçevesinde yatırım ortamı da makro açıdan incelenmiş ve daha sonra yatırım özelinde değerlendirmeler yapılmıştır.

Yatırım projesi hem klasik net bugünkü değer yöntemi ile hem de reel opsiyonlar yöntemiyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yatırım projesinin analizinde bünyesinde barındırdığı standart istatistiksel ve finansal araçlar nedeniyle Microsoft firmasının Excel ürünü tercih edilmiştir. Bu ürün sayesinde yapılan analizler grafikler aracılığıyla görsel zenginliğe de kavuşmuştur.

Bu bölüm temel olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda kömür sektörü hakkında genel incelemeler yapılırken ikinci kısımda yatırım projesi özelinde analizlere yer verilmiştir.

Kömür hakkında yapılan genel analizlerden oluşan birinci kısmın ilk bölümünde yatırım yapılacak emtia olan kömür hakkında özet bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler sayesinde madende üretilen kömürün kalitesi bakımından dünya ticaretindeki konumunun daha iyi anlaşılması ve muhtemel tüketim sektörlerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

İkinci bölümde kömür sektörüne geniş bir açıdan bakılmış ve dünyadaki kömür rezervi ve kömür üretimi; kömür kalitesi ve sahip olan ülkeler bazında ortaya konmuştur. Bu bölümdeki bilgiler ile kömür rezervi ve üretimi konusunda söz sahibi olan ülkeler ve bölgeler hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde kömür tüketimi hakkında ülkeler ve sektörler bazında bilgiler verilmiş ve üretilen kömürün muhtemel alıcı ülkeleri ve sektörleri araştırılmıştır.

Dördüncü bölümde dünya kömür ticareti (kömür ihracatı-ithalatı yapan ülkeler) hakkında bilgiler verilmiş ve kömürün ticaret rotaları incelenmiştir.

Beşinci bölümde yatırım projesini yakından ilgilendiren kömür tüketim projeksiyonları anlatılmış ve son bölümde uluslararası ticarete oluşan kaliteli kömürün fiyatları diğer emtialarla birlikte tarihsel olarak verilmiştir.

Yatırım projesi özelinde yapılan analizlere ayrılan ikinci kısmın ilk bölümünde yatırımın hedef pazarı olan Türkiye'ye ilişkin değerlendirmeler yapılmış ve ikinci bölümde değerlendirme öncesi yatırım kararının analizi yapılmıştır. Bu aşamadan sonra üçüncü bölümde klasik değerlendirme yöntemlerinden geri ödeme süresi, iç karlılık oranı yöntemi ve net bugünkü değer analizi ile yatırım projesi değerlendirilirken dördüncü bölümde yatırım projesinin sahip olduğu erteleme opsiyonunun değeri hesaplanmıştır. Temel parametrelerin duyarlılık analizlerinden oluşan beşinci bölümde temel değişkenler sorgulanmış ve altıncı bölümde değerlendirme sonuçlarına yer verilmiştir.

5.1 Kömür Sektörü Hakkında Genel Bilgi

Kömür sektörü hakkında genel bilgilerin verileceği bu bölümde yatırım projesinin ürünü olacak olan kömürün piyasası analiz edilmeye çalışılacaktır.

5.1.1 Kömür hakkında genel bilgiler

Fosil enerji kaynaklarından olan kömür, geçmişte olduğu gibi gelecekte de enerji kaynakları içindeki önemini koruyacaktır. Diğer fosil kaynakların rezervleriyle karşılaştırıldığında çok büyük rezerve sahip olması, ekonomikliği, teminindeki güvenilirlik, fiyat istikrarı, kömürün çok önemli bir enerji kaynağı olduğunun göstergesidir.

Dünya Kömür Enstitüsü tarafından yapılan ayırım kömürleri türlerine, dünyadaki rezerv oranları ve yaygın kullanım alanlarına göre temel olarak iki kısma ayırmaktadır. Kömürler temel olarak kalorifik değerleri, barındırdıkları nem, kül ve kükürt oranlarına göre sınıflandırılırlar. Kömürlerin sınıflandırması ve bu sınıfların dünyada sahip oldukları rezerv yüzdeleri şu şekildedir (WCI, 2008);

•Taş Kömürü (%52)

- Antrasit(%1)
- Bitümlü kömür (%51)

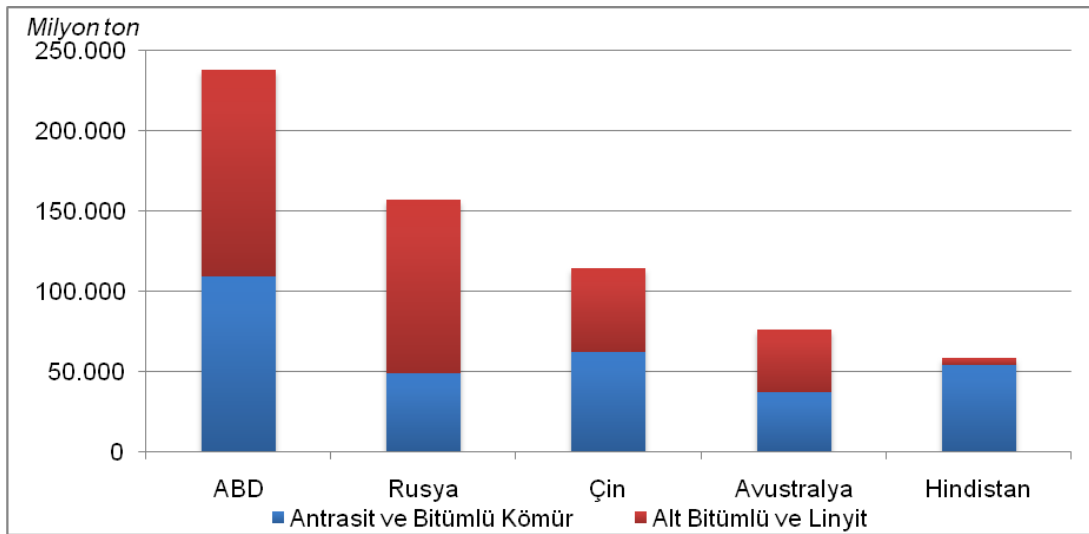
•Düşük Kalorili Kömürler (%48)

- Alt bitümlü kömür (%28)
- Linyit (%20)

Dünyadaki kömür rezervlerinin miktarsal olarak yarısı antrasit ve bitümlü kömür sınıfında (görece olarak yüksek kalorifik değerli; düşük nem, kül ve kükürtlü, kaliteli kömür) yer almakta iken diğer yarısı alt bitümlü ve linyit kömürlerinden oluşmaktadır (WCI, 2008).

5.1.2 Dünya kömür rezervi ve üretimi

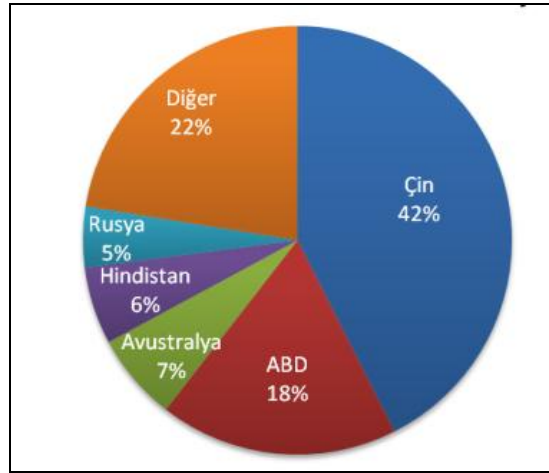
Dünya kömür rezervleri bakımından ilk beş sırada yer alan ülkeler, sahip oldukları rezerv çeşitlerine göre Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Dünya toplam kömür rezervi 826 milyar tondur ve ABD, 238 milyar ton (%28,9’luk pay) rezervi ile ilk sırada yer almaktadır. ABD’yi; Rusya, Çin, Avustralya ve Hindistan sırasıyla %19; %13,9; %9,2 ve %7,1’lik paylar ile takip etmektedir. Dünyada en yüksek kömür rezervine sahip ilk beş ülke dünya toplam kömür rezervinin %78’ine sahip olmaktadır. Türkiye dünya kömür rezervleri içinde %0,2’lik pay alabilmektedir (BP, 2009).



Şekil 5.1 : BP’nin (2009) raporuna göre kömür rezervleri en yüksek ilk beş ülke.

Şekil 5.2’den de görülebileceği gibi dünya kömür üretiminde 2008 yılında toplam 6,7 milyar ton üretim içerisinde en büyük payı 2,8 milyar ton (%42’lik pay) üretim ile Çin almıştır.

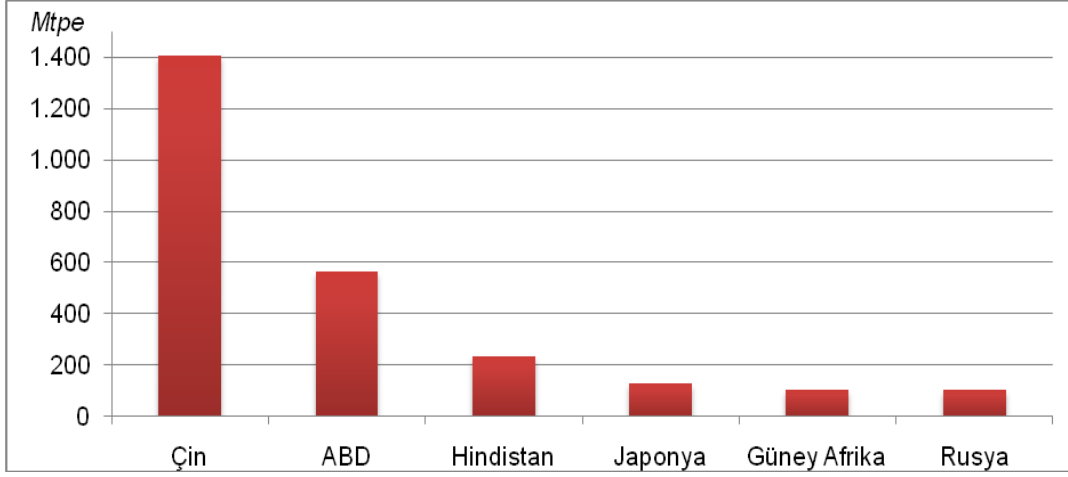
Çin en yakın takipçisi ABD'nin bile iki katından fazla kömür üretimi gerçekleştirmektedir. Çin artan kömür ihtiyacını karşılayabilmek üzere 2008 yılında kömür üretimini (2007 yılına göre) %10 arttırmıştır Çin'i kömür üretiminde %18 ile ABD; %7 ile Avustralya; %6 ile Hindistan ve %5 ile Rusya izlemektedir. Dünya kömür üretiminde ilk beş sırada yer alan ülkelerin 2008 yılı toplam kömür üretiminden aldıkları pay %78'dir (BP, 2009).



Şekil 5.2 : BP'nin (2009) raporuna göre kömür üretiminde en yüksek ilk beş ülkenin aldığı paylar.

5.1.3 Dünya kömür tüketimi

Dünya toplam kömür tüketimi 2008'de 3,3 milyar ton petrol eşdeğeri(tpe) iken Çin 1,4 milyar tpe kömür tüketimi ile toplam tüketimden %42,6'lık pay almaktadır. Çin kömür tüketimini 2007 yılına göre 2008 yılında %6,8 arttırmıştır. Elektrik üretiminde kömüre dayalı termik santrallere yönelen Çin'in önümüzdeki dönemde bu payı daha da arttıracığı tahmin edilmektedir. Kömür tüketiminde Çin'i %17,1 ile ABD, %7 ile Hindistan, %3,9 ile Japonya ve %3,1 ile Rusya ve Güney Afrika izlemektedir.



Şekil 5.3 : BP'nin (2009) raporuna göre kömür tüketiminde en yüksek ilk beş ülkenin aldığı paylar.

Günümüzde kömür tüketimi daha çok enerji üretimi sektöründe olmakta ve bu tüketimin yakın zaman içerisinde de değişmemesi beklenmektedir. 2006 yılında enerji üretim sektörü tüm kömür tüketiminin 2/3'ü gerçekleştirmektedir ve bu durumun 2030'a kadar aynı kalacağı tahmin edilmektedir. Enerji üretiminde kömür kullanımı her yıl %2 oranında artmaktadır. Sanayi kullanımı ikinci en büyük ikinci alandır.

5.1.4 Dünya kömür ticareti

Kömür dünya ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Dünya taş kömürü (kaliteli kömür) ticareti 1990 yılında toplam 498 milyon ton iken 18 yıl gibi kısa bir sürede iki katına çıkarak 2008'de 793 milyon tona ulaşmıştır.

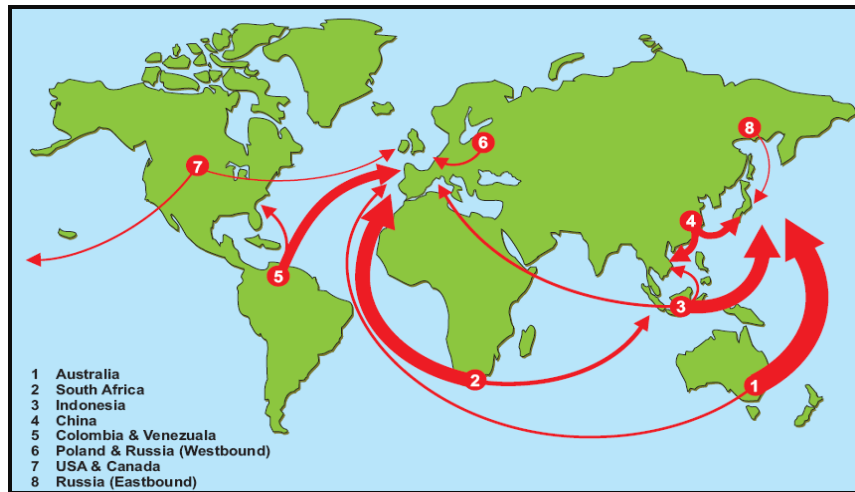
Çizelge 5.1'de kömür üretiminde, ihracatında ve ithalatında ilk sıralarda yer alan 10 ülkeye yer verilmiştir. Taş kömürü ihracatında Avustralya %32 ile ilk sırada yer alırken, Avustralya, Endonezya, Rusya, Kolombiya ve Güney Afrika toplam kömür ihracatının %84'ünü oluşturmaktadır.

Kömür ithalatında, Japonya'nın rezervi ve üretimi yok denecek kadar az olduğu için, kendisinden sonra gelen Kore'nin bile iki katı kadar kömür ithalatı yapmaktadır. Kömür ithalatında Japonya %24'lük payı ile ilk sırayı alırken ilk beş ülke tüm ithalatın %58'ini yapmaktadır. Çin, 2006 öncesinde ihracatçı konumundayken 2008'de artan tüketimi nedeniyle ithalatta üçüncü sıraya kadar yükselmiştir (WCI, 2008).

Çizelge 5.1 : World Coal Institute (2008) raporundan uyarlanan kömür üreticileri, ihracatçıları ve ithalatçıların listesi

KÖMÜR ÜRETEN ÜLKELER			İHRACATÇI ÜLKELER		İTHALATÇI ÜLKELER	
Üreticiler	Taş Kömürü Mt	Linyit Mt	Üreticiler	Taş Kömürü Mt	Üreticiler	Taş Kömürü Mt
Çin		2549	Avustralya	244	Japonya	182
A.B.D.	981	71	Endonezya	202	Kore	88
Hindistan	452	33	Rusya	100	Taipe	69
Avustralya	323	72	Kolombiya	67	Hindistan	54
G. Afrika	244	0	G. Afrika	67	İngiltere	50
Rusya	241	72	Çin	54	Çin	48
Endonezya	231	28	A.B.D.	53	Almanya	46
Polonya	90	58	Kanada	30	A.B.D.	33
Kazakistan	83	3	Polonya	30	İtalya	25
Kolombiya	72	0	Kazakistan	23	İspanya	24
Diğer	277	608	Diğer	47	Diğer	273
Dünya	5543	945	Dünya	917	Dünya	892

Dünyadaki ana kömür ticaret rotaları Şekil 5.4’de gösterilmektedir. Buna göre ana ticaret yolları dünyadaki büyük rezerv sahibi ülkelerin ana limanlarından, tüketimi yüksek olan ülkelerin limanlarına doğru olmaktadır. Buna göre Güney Afrika’dan ve Güney Amerika’dan Avrupa’ya; Avustralya ve Endonezya’dan Asya-Pasifik ülkelerine ticaretin yoğunlaştığı görülmektedir.



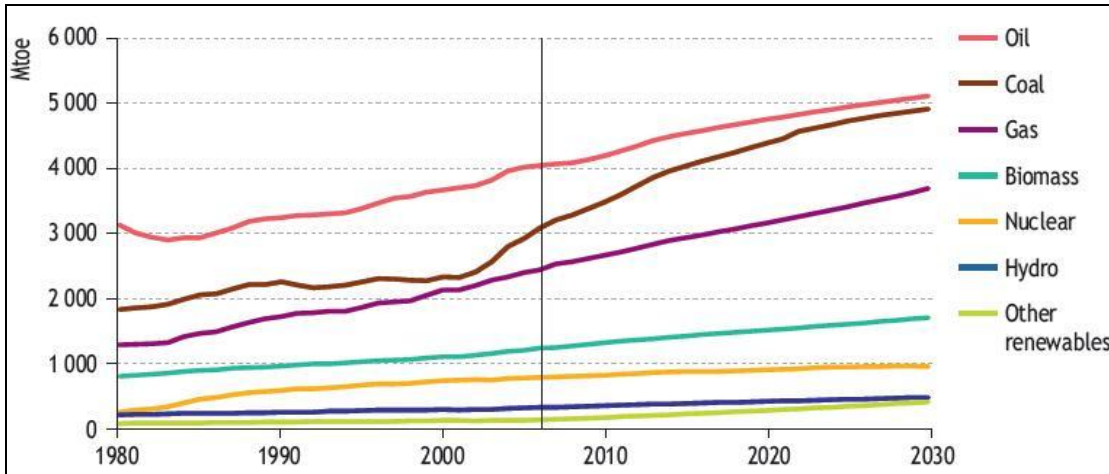
Şekil 5.4 : WCI’nın (2009) raporuna göre temel kömür ticaret yolları

2030 yılında ABD'nin ihracatının düşeceği bunun yanında Güney Amerika'dan Avrupa'ya yapılan ihracatın üç kat artacağı tahmin edilmektedir. Endonezya'nın Avrupa'ya olan ihracatının iki kat ve Avustralya'nın Hindistan, Tayland, Malezya gibi ülkelere olan ihracatının da üç kat artacağı tahmin edilmektedir.

5.1.5 Kömür tüketimi ile ilgili beklentiler

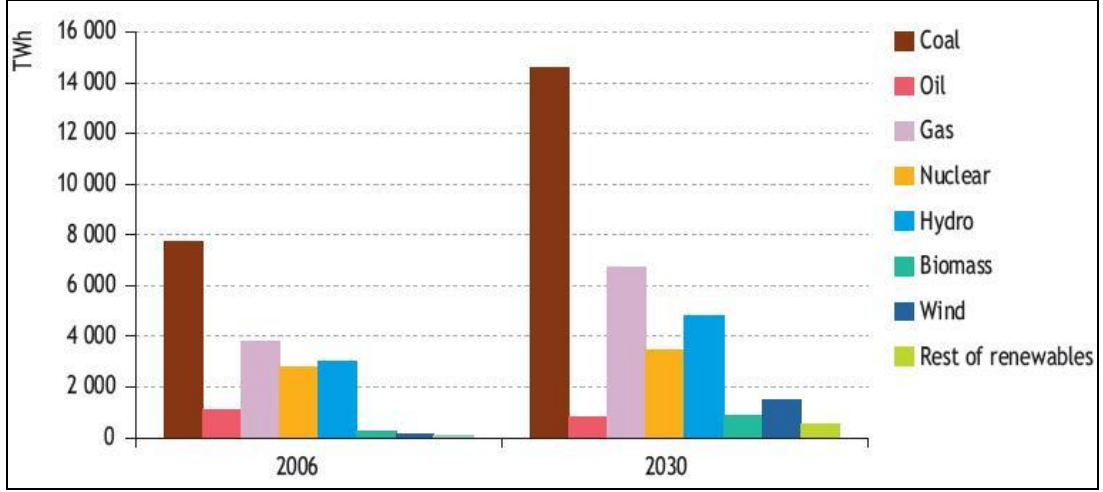
International Energy Agency tarafından hazırlanan World Energy Outlook (2008) raporunda mevcut durum ve politikalara göre yapılan tahmin çalışmalarında 2006-2030 yılları arasında birincil enerji ihtiyacında yıllık ortalama %1,6 oranında bir artış öngörülmektedir. Kömürde bu artışın %2 olması beklenmektedir (IEA, 2008).

Şekil 5.5'de IEA tarafından (2008) yapılan projeksiyonların kaynak bazında dağılımı gösterilmiştir. Yapılan tahminlerde birincil enerji tüketiminde petrol liderliğini sürdürürken kömür tüketiminin tüm diğer yakıtlardan çok daha hızlı artacağı hesaplanmaktadır.



Şekil 5.5 : IEA'nın (2008) raporuna göre 1980-2030 dönemi birincil enerji ihtiyacının kaynaklara göre dağılımı

Kömür tüketiminde 2/3'lük paya sahip olan enerji üretim sektöründe de beklentiler kömüre olan talebin artacağı yönündedir. 2006'da elektrik üretiminde kaynaklar bazında dağılımın nasıl olduğu ve 2030'da nasıl bir dağılımın beklendiği Şekil 5.6'da gösterilmiştir. 2030 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kömür temel yakıt olarak kalmaya devam edecek ve günümüzde %41 olan payını, %44 seviyelerine kadar yükseltecektir (IEA, 2009).



Şekil 5.6 : IEA'nın (2009) raporuna göre 2006 Mevcut Elektrik Üretim Durumu ve 2030 Projeksiyonu

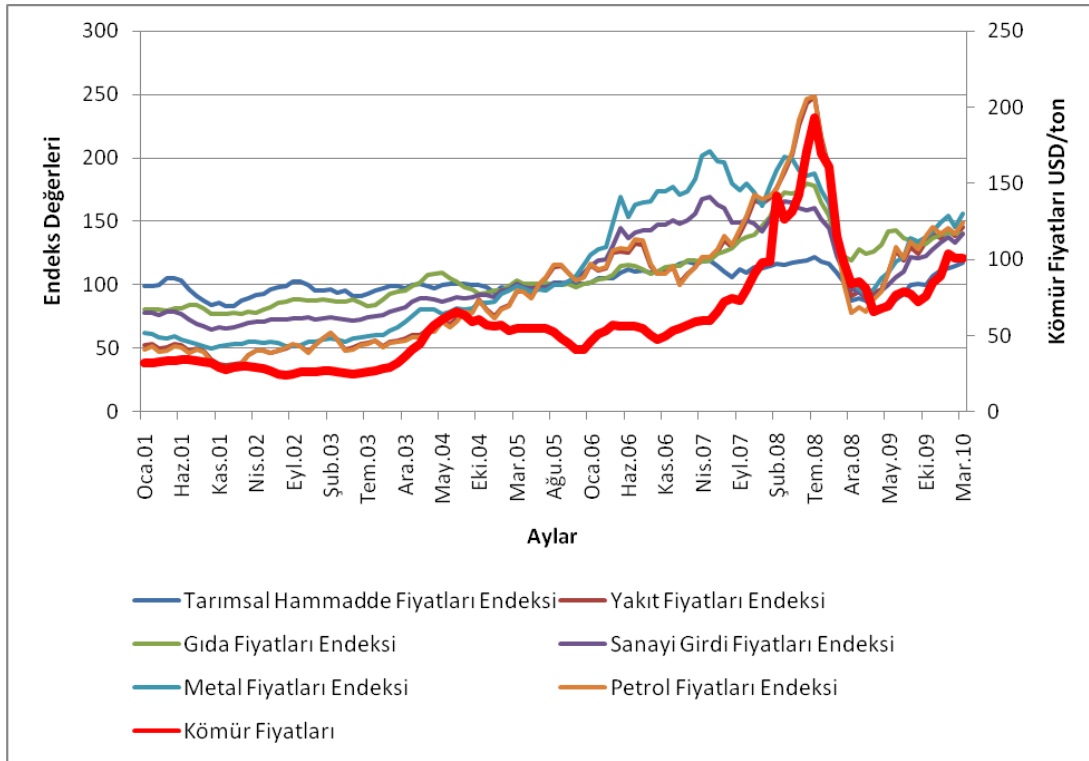
5.1.6 Kömür fiyatları

Son yıllarda Asya-Pasifik ülkelerinin ekonomik gelişmelerinin bir sonucu olarak kömüre olan taleplerinin artması nedeniyle kömür fiyatlarında artış meydana gelmektedir.

Şekil 5.7'de kömür fiyatlarının 10 yıllık zaman içerisindeki değişimi ve ayrıca bazı temel emtia endeksleri gösterilmektedir. Kömür Fiyatları ton başına USD olarak verilmiştir. Kömür fiyatları hesaplanırken uluslararası piyasada referans fiyat olan kaliteli kömür (12.000- btu/pound, sülfür %1'den az ,kül %14, FOB) fiyatı baz alınmaktadır.

Uzun yıllar sonra kömür fiyatı en yüksek seviyesine Temmuz 2004'te yaklaşık 70 USD/ton ile ulaşmıştır. Takip eden üç yıl içerisinde azalma göstermiş ancak Temmuz 2007'de benzer fiyatlara gelmiş ve Temmuz 2008'de yaklaşık 190 USD/ton seviyesine kadar yükselerek tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Temmuz'dan itibaren düşüş gösteren kömür, 2008'i 90 USD/ton ile kapatmış ve 2009'da ortalama 75 USD olmuştur.

Dünya kömür piyasasında oluşan kömür fiyatları aylık bazda EK A.1'de verilmiştir.



Şekil 5.7 : IMF'nin (2010) verilerine göre emtia fiyat endeksleri ve kömür fiyatları

Şekil 5.7'den de görüleceği üzere kömür fiyatları dahil diğer tüm endeksler Temmuz 2008'de kendi tarihsel zirvelerini yakalamışlardır. Mayıs 2004'e kadar benzer bir kalıp içerisinde hareket eden fiyat endeksleri bu tarihten Ocak 2006'ya kadar çok dar bir aralıkta hareket etmiş ve bu tarihten sonra her bir endek Temmuz 2008'e ulaşmıştır. Bu tarihten Aralık 2008'e kadar düşüş gösteren emtia endeksleri yükselişlerine halen devam etmektedirler.

Fiyat endeksleri ile kömür fiyatları benzer dönemsel hareketlere sahip olmuş, kömür ile özellikle petrol fiyatları endeksi arasında %89,6'lık bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Tüm endeks verileri IMF'den alınmıştır ve 2005=100 olarak hesaplanmıştır. Endekslerin içerikleri şu şekildedir;

- Tarımsal Hammadde Fiyat Endeksi; kereste, pamuk, yün, kauçuk, deri
- Yakıt Fiyatları Endeksi; petrol, doğalgaz, kömür
- Gıda Fiyatları Endeksi; mısır, bitkisel yağ, et, su ürünleri, şeker, muz, portakal
- Metal Fiyatları Endeksi; bakır, alüminyum, demir, sac, nikel, çinko, kurşun, uranyum

- Sanayi Girdi Fiyatları Endeksi; metal ve tarımsal hammadde fiyat endeksleri
- Petrol Fiyatları Endeksi; Brent, West Texas ve Dubai petrolü

5.2 Yatırım Projesinin Değerlendirilmesi

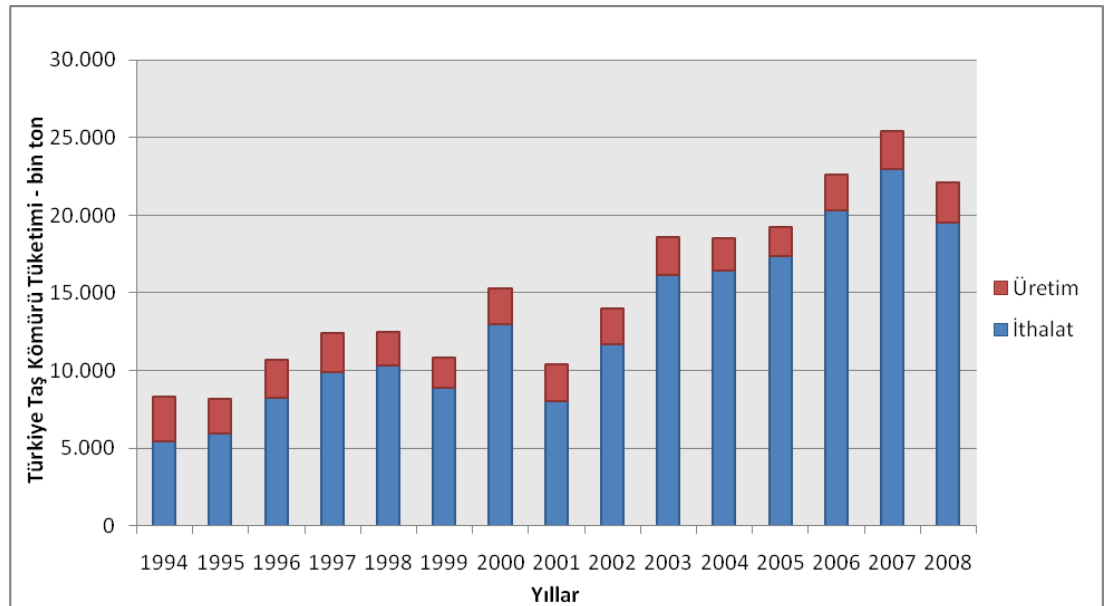
Yatırım projesinin değerlendirilmesine hedef pazar olan Türkiye'nin incelenmesiyle başlanacak ve ardından yatırım kararı analizi ve yatırımın değerlemesi yapılacaktır. Değerleme sonuçlarına yer verilecek olan son bölümde yatırım projesi hakkında yorumlara yer verilecektir.

5.2.1 Hedef pazarın incelenmesi

Rusya'da kurulması planlanan kömür madeninin ana müşterisi olarak Türkiye belirlenmiştir. Bu nedenle Türkiye'nin taş kömürü rezerv, üretim ve tüketim verileri incelenecektir.

Türkiye'de bilinen mevcut toplam rezervi 9,6 milyar tondur. Toplam rezerv içinde linyit rezervleri %86'lık pay ile 8,3 milyar ton iken taş kömürü rezervleri ise %14'lük pay ile sadece 1,3 milyar tondur.

Türkiye'nin 2009 taş kömürü üretimi 2,6 milyon ton iken toplam taş kömürü tüketimi 22,7 milyon tondur (TTK, 2010).



Şekil 5.8 : TTK'nın (2010) verilerine göre Türkiye taş kömürü tüketimi

Ülkeler ve ödenen döviz miktarları bazında bakıldığında ülkemizin kömür ithalatında; Rusya, Güney Afrika, Avustralya, ABD, Çin ve Kanada'nın önemli payları olduğu görülmektedir.

Türkiye'de taş kömürünün 2008 yılında belirli sektörler bazında dağılımı şu şekildedir;

- %27,3 Elektrik Santralleri
- %24,3 Kok Fabrikaları
- %11,0 Çimento
- %28,7 Diğer Sektörler ve Konut

Elektrik santralleri %27,3'lük payı ile taş kömürünü en çok tüketen kesim olmaktadır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından açıklanan verilere göre ithal kömür santrallerine olan talep halen daha yüksektir. Mevcut durumda Kurum'da bekleyen projelere Çizelge 5.2'de yer verilmiştir.

Çizelge 5.2 : EPDK'dan (2010) uyarlanmış ithal kömür yakıtlı termik santral başvuruları

Başvuru Aşaması		İnceleme ve Değerlendirme		Uygun Bulma		Lisans Verildi		Toplam Proje Adedi	Kurulu Güç Toplamı (MW)
Adet	Kurulu Güç (MW)	Adet	Kurulu Güç (MW)	Adet	Kurulu Güç (MW)	Adet	Kurulu Güç (MW)		
6	3.874	16	10.062	36	3.908	10	5.079	36	22.923

İthal kömür yakıtlı termik santral projeleri için ülkemizin kuzey bölgelerinin Rusya'ya yakınlık ve Türkiye'nin kuzeyinde elektrik üretim santrallerinin bulunmaması nedenleriyle yatırımcılar tarafından tercih edildiği bilinmektedir. Ayrıca 1.000 MW kurulu güçteki ithal kömür kullanan bir termik santralin yıllık kömür ihtiyacının 2 milyon ton olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle yalnızca lisans verilmiş olan projelerin hayata geçmesi durumunda bile Türkiye'nin yıllık 10 milyon ton ithal taş kömürüne ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

5.2.2 Yatırım kararının analiz edilmesi

Yatırımcı firma Türkiye’de yakın gelecekte oluşacak ithal kömür talebini dikkate alarak bu alanda yatırım fırsatlarını değerlendirmek istemektedir. Bu kapsamda dünyada ithal kömür ihracatı yapan başlıca ülkeleri araştıran firma yetkilileri ülke ile geçmiş ilişkiler, coğrafi yakınlık, kömür kalitesi, Türkiye’de ki projelerin konumlarını da dikkate alarak Rusya’yı yatırımı için kendisine hedef ülke seçmiştir.

Yatırımcı firma Rusya ile farklı sektörlerde olan yakın ilişkilerini de dikkate alarak bu kararı vermiş ve kendisi için yeni bir sektör olan madencilik sektörüne adım atmak istemiştir.

Farklı bir ülkede yatırım yapmanın risklerini alan firma yöneticileri ithal kömür sektörünün önümüzdeki altı yıllık dönemde cazibesini koruyacağını bu süreye kadar özellikle ithal kömür yakıtlı termik santraller projelerinin durumlarının netleşeceğini öngörmektedir. Bu nedenle yöneticiler ve danışmanlar yatırımın altı yıl içerisinde yapılmazsa ekonomik olarak anlamını kaybedeceğini belirtmektedirler. Ancak firma yöneticileri talebin kesin olarak oluşacağı ve kömür fiyatlarının görece yüksek kalacağı konusunda emin olamadığından yatırımın zamanlaması konusunda kararsız kalmaktadır.

Zamanından önce yapılacak geniş çaplı bir yatırımın başarılı olamamasından endişelenen firma yöneticileri yatırımın geciktirilmesinin neden olacağı fırsat maliyeti ve pazar kaybından da endişe duymakta bu nedenle ideal yatırım zamanının belirlenmesi hususunda kararsızlığa sürüklenmektedirler.

5.2.3 Geleneksel değerlendirme yöntemleri ile değerlendirme

Yatırımcı firmanın sahip olduğu yatırım projesi için net bugünkü değer yöntemi, geri ödeme süresi yöntemi ve iç karlılık oranı yöntemi ile değerlendirme yapılmıştır.

Değerlemede kullanılan temel varsayımları şu şekildedir.

- Yatırımın ömrü 15 yıldır ve yatırım için gereken kurulum zamanı 1,5 yıl olmaktadır.

- Yatırım 6 aylık dönemler dahilinde toplam 30 dönem (15 yıl) olarak ele alınacaktır. 6 aylık dönemlerin seçilmesi yatırımcı firma yönetici ve danışmanlarının pazarın durumunu kontrol etmek için yapacakları toplantılara göre belirlenmiştir. Her 6 aylık dönem de ilgili yönetici ve danışmanlar yatırım kararı için bir araya gelecektir.
- Projenin ilk yatırım maliyeti 550 milyon USD'dir. Yatırım maliyetine lisanslar, ruhsatlar, makine ve ekipmanlar ile inşaat bedelleri dahildir.
- Dünyada kömür üretim ekipmanlarına olan talep nedeniyle yatırım maliyetinin her dönem %2 artacağı varsayılmıştır.
- Kömür üretiminin tam kapasitede çalışılması durumunda net kömür üretiminin 5 milyon ton olacağı varsayılmıştır.
- Kömür üretim maliyetinin ton başına 56 USD alınmıştır. Üretim maliyetlerinin kırılımı şu şekildedir;
 - 24 USD/ton yurtiçi taşıma ücreti,
 - 16 USD/ton ocaktan çıkarma maliyeti,
 - 14 USD deniz yoluyla taşıma maliyeti,
 - 2 USD liman yükleme maliyeti.
- Kömürün satış fiyatı ilk dönem için 60 USD/ton olarak alınmıştır.
- Kömür üretimine göre tüketimin daha hızlı yükselmesi nedeniyle önümüzde her dönem kömür fiyatlarının %2 artacağı hesaplanmıştır.
- Yatırım ömrü boyunca sabit kalacağı varsayılan risksiz getiri oranı risksiz getiri olarak kabul edilen ABD tahvilleri faiz oranları dikkate alınarak %8 ve iskonto faktörü yatırımcı firmanın işletme sermayesinin maliyeti, benzer maden yatırımlarındaki karlılık oranları ve yatırım projesinin taşıdığı riskler göz önüne alınarak %12 alınmıştır.

yukarıda sıralanan varsayımlar altında kömür madeni projesi için yapılan değerlemeye Çizelge 5.3'te yer verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Net bugünkü değer yöntemi ile değerlendirme

Periyot	Yıl	Üretim Miktarı (‘000 ton)	Satış Fiyatı (USD/ton)	Satış Geliri (‘000 USD)	Maliyet (‘000 USD)	Nakit Akımı (‘000 USD)	İskonto Edilmiş Nakit Akımı (‘000 USD)
0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,50	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,50	1.500	60,00	90.000	84.000	6.000	5.038
4	2,00	2.000	61,20	122.400	112.000	10.400	8.238
5	2,50	2.000	62,42	124.848	112.000	12.848	9.601
6	3,00	2.500	63,67	159.181	140.000	19.181	13.522
7	3,50	2.500	64,95	162.365	140.000	22.365	14.874
8	4,00	2.500	66,24	165.612	140.000	25.612	16.069
9	4,50	2.500	67,57	168.924	140.000	28.924	17.120
10	5,00	2.500	68,92	172.303	140.000	32.303	18.038
11	5,50	2.500	70,30	175.749	140.000	35.749	18.832
12	6,00	2.500	71,71	179.264	140.000	39.264	19.513
13	6,50	2.500	73,14	182.849	140.000	42.849	20.089
14	7,00	2.500	74,60	186.506	140.000	46.506	20.570
15	7,50	2.500	76,09	190.236	140.000	50.236	20.962
16	8,00	2.500	77,62	194.041	140.000	54.041	21.273
17	8,50	2.500	79,17	197.922	140.000	57.922	21.510
18	9,00	2.500	80,75	201.880	140.000	61.880	21.679
19	9,50	2.500	82,37	205.918	140.000	65.918	21.787
20	10,00	2.500	84,01	210.036	140.000	70.036	21.838
21	10,50	2.500	85,69	214.237	140.000	74.237	21.837
22	11,00	2.500	87,41	218.522	140.000	78.522	21.790
23	11,50	2.500	89,16	222.892	140.000	82.892	21.701
24	12,00	2.500	90,94	227.350	140.000	87.350	21.574
25	12,50	2.500	92,76	231.897	140.000	91.897	21.412
26	13,00	2.500	94,61	236.535	140.000	96.535	21.219
27	13,50	2.500	96,51	241.266	140.000	101.266	20.999
28	14,00	2.500	98,44	246.091	140.000	106.091	20.755
29	14,50	2.500	100,41	251.013	140.000	111.013	20.488
30	15,00	2.500	102,41	256.033	140.000	116.033	20.203

İskonto edilmiş nakit akımlarının toplamı 522.529.830 USD iken ilk yatırım maliyeti 550.000.000 USD olduğundan yatırım projesine ilişkin net bugünkü değer (-27.470.170 USD) olmaktadır.

Projenin ilk yatırımı yapıldıktan sonra ileriki dönemlerde oluşacak nakit girişlerinin toplamının ilk yatırım tutarına eşit olduğu süre olan Geri Ödeme Süresi 9,06 olurken; yatırımdan sağlanan nakit girişlerinin şimdiki değerleri toplamını ilk yatırım tutarına eşitleyen iskonto oranı olan iç karlılık oranı da %11,40 olarak hesaplanmıştır.

Projenin bünyesinde bulundurduğu opsiyon dikkate alınmadan geleneksel yatırım değerlendirme teknikleri ile hesaplanan net bugünkü değer negatif çıkmaktadır. Bu durumda da yöneticiler genelde sorumluluk altına girmek istememekte ve yatırımı yapmama kararı vermektedirler. Ancak projenin bünyesinde barındırdığı stratejik unsurlar da dikkate alındığında ilerleyen dönemlerde projenin karlı bir yatırıma dönüşebileceği de düşünülmektedir.

5.2.4 Opsiyonun değerinin hesaplanması

Yatırımcı firma sahip olduğu haklar itibariyle yatırım projesini bugünden gerçekleştirmek zorunda değildir. Yatırımcı firmanın elinde yatırıma ait erteleme opsiyonu vardır ve bu yatırımın asıl değeri erteleme opsiyonu ile net bugünkü değer toplamından oluşmaktadır.

Özoğul (2006) yaptığı çalışmada reel varlık yatırımlarının değerlendirilmesinde reel opsiyon yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmada 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 olmalarının, ideal zamanlama opsiyonlarının değerlendirilmesi için Black&Scholes modelinin, binom modeline göre daha elverişli bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Yatırımcı firma ilgili yatırımı herhangi bir anda gerçekleştirebilecek olması nedeniyle Amerikan tipi opsiyonlarla modellemeye uygundur. Standart Black&Scholes opsiyon değerlendirme modeli ise, Avrupa tipi opsiyonların değerlemesinde analitik bir çözüm sunmasına karşın, Amerikan tipi opsiyonların değerlemesine uygun değildir. Özoğul (2006) bu problemin ortadan kaldırılabilmesi amacıyla Black yaklaşımını kullanmıştır. Black yaklaşımı, Amerikan tipi opsiyonun yaklaşık değerinin, n adet Avrupa tipi opsiyon cinsinden ifade edilmesidir. Hesaplanan n adet Avrupa tipi opsiyon içerisinde en yüksek değere sahip olan, Amerikan tipi opsiyon olarak kabul edilecektir. Bir başka deyişle, en yüksek değere sahip olan Avrupa tipi opsiyonun gerçekleştiği zaman yatırımın ideal zamanlamasını ortaya koyacaktır.

Projenin bünyesinde barındırdığı opsiyon değerinin hesaplanabilmesi için değişkenlik parametresinin de hesaba katılması gerekmektedir.

Proje açısından belirsizlik yaratan temel konu nakit akımlarıdır. Proje özelinde nakit akımları üretim miktarı değişken olmadığından birebir kömür fiyatları ile ilişkilidir. Kömür fiyatlarındaki değişkenliğin hesaplanmasında tarihsel değişkenlikten yararlanılacak ve logaritmik rölatif fiyatların varyansı hesaplanacaktır. Bu konuda Levis ve diğ.'nin (2008) yapmış olduğu çalışmada reel opsiyonlar için önerilen ölçüm yönteminden faydalanılmıştır. Tarihsel volatilitenin hesaplama yöntemi EK A.2'de sunulmuştur. Hesaplama sonucuna göre yıllık standart sapma %28,65 olarak belirlenmiştir.

Opsiyon değerlemede temel alınan varsayımlar net bugünkü değer analizindeki varsayımlarla aynı kalmıştır. Temel parametrelere Çizelge 5.4'te yer verilmiştir.

Çizelge 5.4 : Opsiyon değerlemede kullanılacak temel parametreler

Parametre	Değer
Yatırım Maliyeti (USD)	550.000.000
Üretim Maliyeti (USD/ton)	56
Kömür Fiyatı (USD/ton)	60
Yatırım Maliyetinin Dönem Artışı	2,0%
Kömür Fiyatlarında Beklenen Artış	2,0%
Risksiz Faiz Oranı	8,0%
İskonto Faktörü	12,0%
Belirsizlik (σ)	28,65%

Her bir dönem için aşağıdaki formüllerden faydalanılarak opsiyon değeri hesaplanmıştır;

$$C = S N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2) \quad (5.1)$$

$$d_1 = [\ln(S/X) + (r + \sigma^2 / 2) T] / \sigma \sqrt{T} \quad (5.2)$$

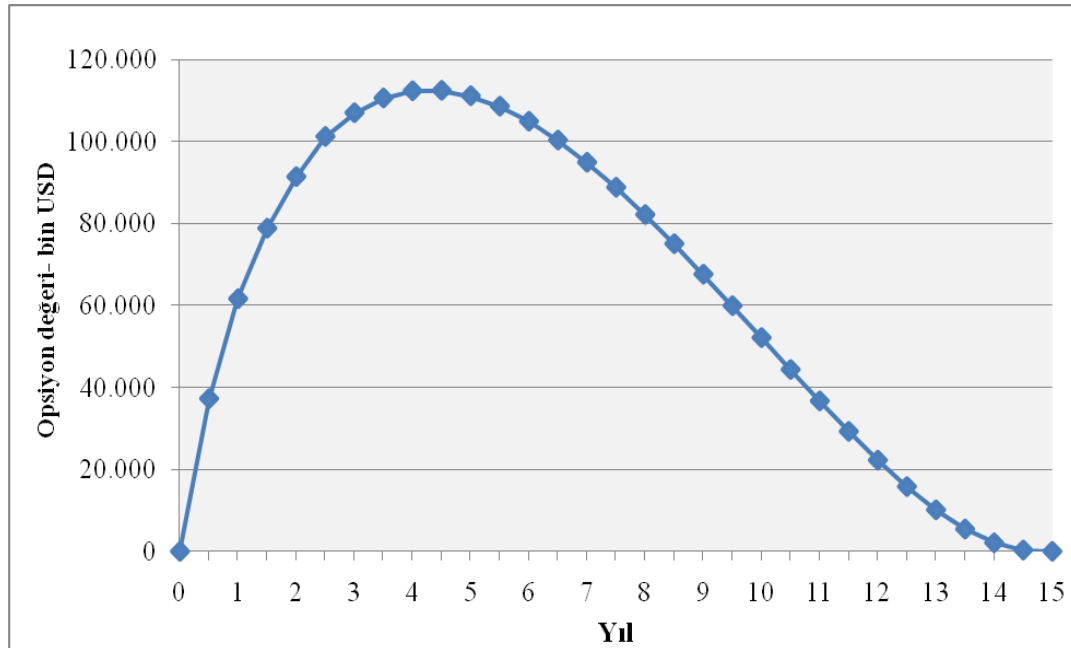
$$d_2 = [\ln(S/X) + (r - \sigma^2 / 2) T] / \sigma \sqrt{T} = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (5.3)$$

Çizelge 5.5'te her bir dönem için hesaplanan opsiyon değerlerine yer verilmiştir. Çizelge 5.5 opsiyon değerinin hesaplanmasına dair bir özet verirken Ek A.3'te ayrıntılı hesap kalemlerine de yer verilmiştir.

Çizelge 5.5 : Opsiyon değerinin hesaplanması (Özet)

Opsiyon Değerinin Hesaplanması										
Yıl	Üretim Miktarı ('000 ton)	Satış Geliri ('000 USD)	Maliyet ('000 USD)	Nakit Akımı ('000 USD)	İskonto Edilmiş Nakit Akımı ('000 USD)	d1	d2	N(d1)	N(d2)	Opsiyonun Değeri
0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00
0,5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,0033	-0,2059	0,4987	0,4184	37.247,85
1,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1745	-0,1120	0,5693	0,4554	61.614,01
1,5	1.500	90.000	84.000	6.000	5.038	0,2596	-0,0913	0,6024	0,4636	78.797,29
2,0	2.000	122.400	112.000	10.400	8.238	0,3107	-0,0945	0,6220	0,4624	91.379,06
2,5	2.000	124.848	112.000	12.848	9.601	0,3484	-0,1046	0,6362	0,4583	101.179,87
3,0	2.500	159.181	140.000	19.181	13.522	0,3656	-0,1306	0,6427	0,4480	106.951,57
3,5	2.500	162.365	140.000	22.365	14.874	0,3759	-0,1601	0,6465	0,4364	110.566,88
4,0	2.500	165.612	140.000	25.612	16.069	0,3804	-0,1926	0,6482	0,4237	112.313,99
4,5	2.500	168.924	140.000	28.924	17.120	0,3800	-0,2277	0,6480	0,4099	112.429,38
5,0	2.500	172.303	140.000	32.303	18.038	0,3751	-0,2655	0,6462	0,3953	111.115,40
5,5	2.500	175.749	140.000	35.749	18.832	0,3660	-0,3059	0,6428	0,3798	108.550,28
6,0	2.500	179.264	140.000	39.264	19.513	0,3528	-0,3490	0,6379	0,3636	104.894,16
6,5	2.500	182.849	140.000	42.849	20.089	0,3356	-0,3948	0,6314	0,3465	100.293,24
7,0	2.500	186.506	140.000	46.506	20.570	0,3144	-0,4436	0,6234	0,3287	94.882,73
7,5	2.500	190.236	140.000	50.236	20.962	0,2889	-0,4957	0,6137	0,3100	88.789,12
8,0	2.500	194.041	140.000	54.041	21.273	0,2588	-0,5515	0,6021	0,2906	82.132,14
8,5	2.500	197.922	140.000	57.922	21.510	0,2238	-0,6115	0,5886	0,2704	75.026,57
9,0	2.500	201.880	140.000	61.880	21.679	0,1833	-0,6762	0,5727	0,2495	67.583,99
9,5	2.500	205.918	140.000	65.918	21.787	0,1365	-0,7465	0,5543	0,2277	59.914,66
10,0	2.500	210.036	140.000	70.036	21.838	0,0824	-0,8236	0,5328	0,2051	52.129,61
10,5	2.500	214.237	140.000	74.237	21.837	0,0196	-0,9088	0,5078	0,1817	44.343,24
11,0	2.500	218.522	140.000	78.522	21.790	-0,0540	-1,0042	0,4785	0,1576	36.676,40
11,5	2.500	222.892	140.000	82.892	21.701	-0,1409	-1,1125	0,4440	0,1330	29.260,51
12,0	2.500	227.350	140.000	87.350	21.574	-0,2455	-1,2379	0,4030	0,1079	22.242,86
12,5	2.500	231.897	140.000	91.897	21.412	-0,3741	-1,3870	0,3542	0,0827	15.793,74
13,0	2.500	236.535	140.000	96.535	21.219	-0,5376	-1,5706	0,2954	0,0581	10.115,51
13,5	2.500	241.266	140.000	101.266	20.999	-0,7569	-1,8095	0,2246	0,0352	5.452,54
14,0	2.500	246.091	140.000	106.091	20.755	-1,0786	-2,1505	0,1404	0,0158	2.093,46
14,5	2.500	251.013	140.000	111.013	20.488	-1,6533	-2,7442	0,0491	0,0030	318,19
15,0	2.500	256.033	140.000	116.033	20.203	-32,2697	-33,3793	0,0000	0,0000	0,00

Çizelge 5.5'ten elde edilen opsiyon değerleri ile oluşturulan grafiğe Şekil 5.9'da yer verilmiştir.



Şekil 5.9 : Opsiyon değerinin zaman içerisindeki değişimi

Çizelge 5.5 ve Şekil 5.9’da yatırım ufkunun on beş yıl olarak belirlenmesi durumunda temel parametreler ile opsiyon değerinin zamana göre değişimi belirtilmiştir. Eğri üzerindeki her nokta dönem sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların sunduğu değeri vermektedir.

Hesaplanan opsiyon değerleri en yüksek değerine beşinci yılın ilk yarısında (4,5 yıl) 112.429.380 USD ile ulaşmıştır. Yatırımcı firmanın yöneticilerinin ve danışmanlarının ön gördüğü altı yıllık sürenin içerisinde kalan bu zaman diliminde opsiyon, verilen parametreler dahilinde en yüksek değerine ulaşacaktır. Bu noktada projenin değeri net bugünkü değer olan -27.470.170 USD ile maksimum opsiyon değeri olan 112.429.380 USD’nin toplamı kadar yani 84.959.210 USD kadar olacaktır.

5.2.5 Duyarlılık analizleri

Duyarlılık analizi bir projenin kapsamında yer alan değişken ve parametrelerin nasıl ve hangi derecede projenin getirilerini etkileyeceğini inceleyen bir yöntemdir. Dolayısıyla temel amacı fiyat, satış miktarı veya iskonto oranı gibi değişkenlerin, değişim aralığı içindeki değişmelerinin projenin karlılığı üzerindeki etkilerini hesaplamaktır (Kargül,1996).

Net bugünkü değer analizini gerçekleştirirken de opsiyon değerini hesaplarken de temel bazı varsayımlar yapılmaktadır. Bu varsayımlar altında alınan kararların doğruluğunun test edilmesi için duyarlılık analizleri yapılacaktır.

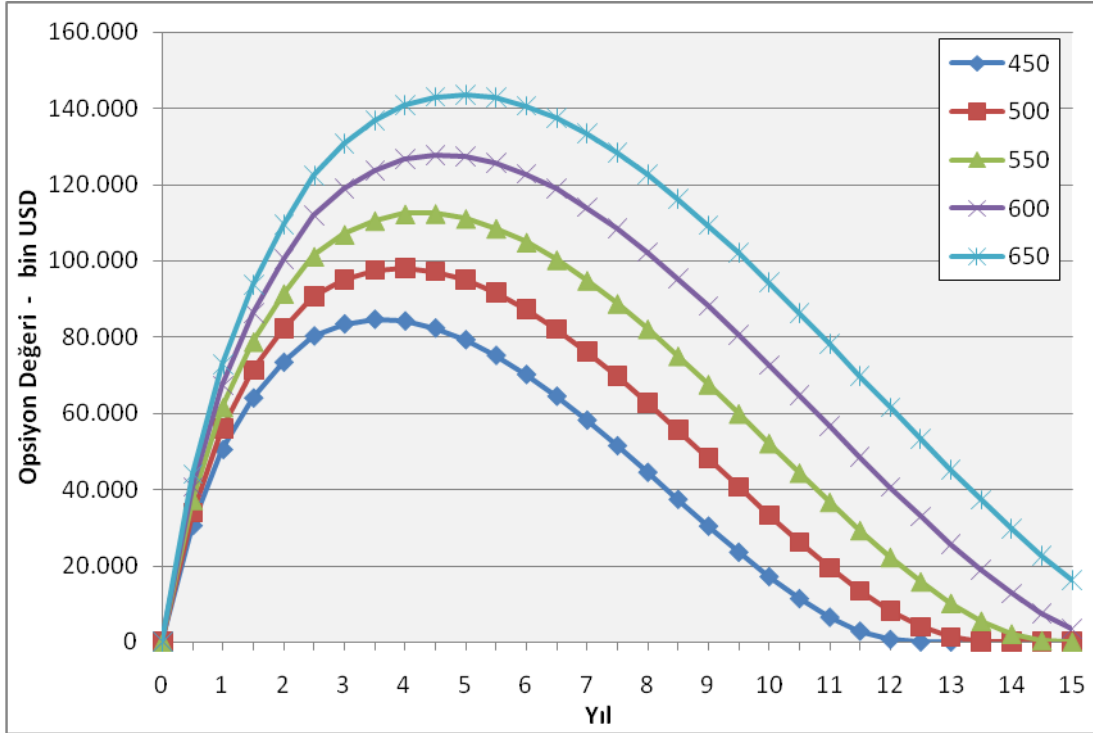
Duyarlılık analizi diğer tüm veriler sabitken yalnız bir verinin değişmesini temel aldığı için riski tamamen ortadan kaldıramamaktadır. Sabit kalan verilerin tamda olması gerektiği değerde olduğunu temel alan bu yaklaşım yalnızca o an için değişen değere odaklanmaktadır. Çizelge 5.6’da duyarlılık analizinde temel parametrelerin alacağı değerlere yer verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Duyarlılık analizinde kullanılacak değerler

Parametreler	Değerler					
Yatırım Maliyeti (000 USD)	450.000	500.000	550.000	600.000	650.000	
Kömür Fiyatları	50	55	60	65	70	
Belirsizlik (σ)	15%	20%	25%	28,65%	35%	40% 45%
İskonto Faktörü	8%	10%	12%	14%	16%	
Üretim Maliyeti (USD/ton)	45	50	56	60	65	
Yatırım Maliyetinin Dönem Artışı	-2%	0%	2%	4%	6%	

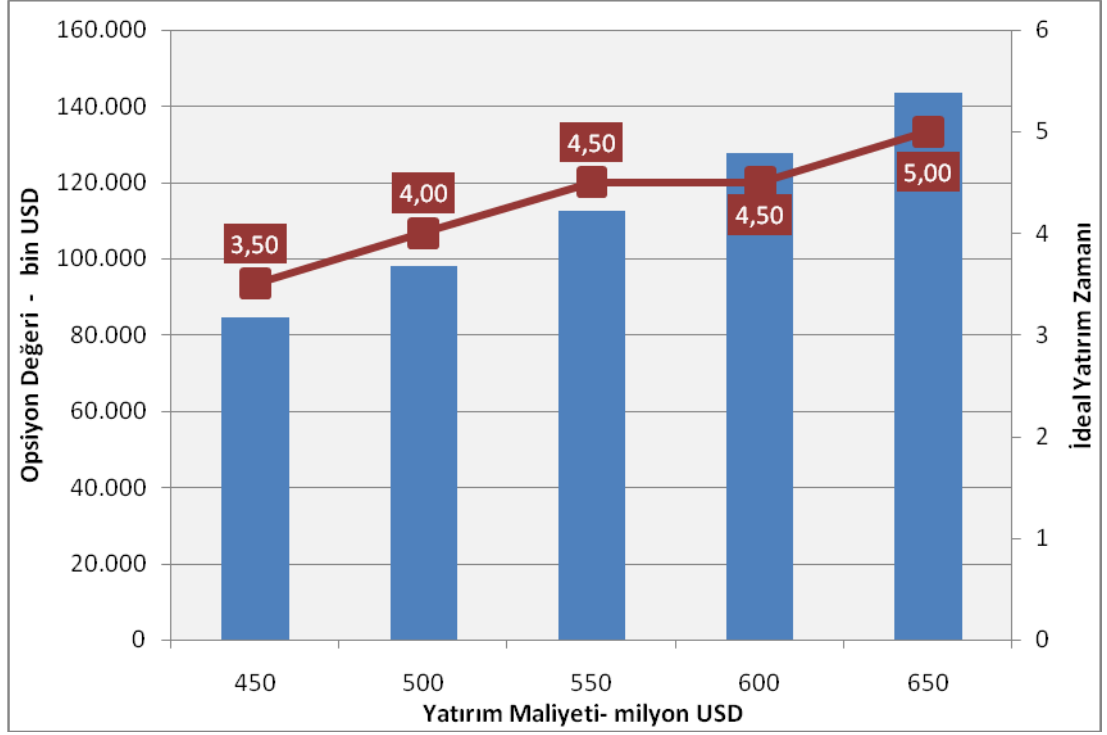
5.2.5.1 Yatırım maliyetinin etkisi

Temel senaryoda 550.000.000 USD olarak alınan yatırım maliyetinin %10'luk artış ve azalışlarla ideal yatırım zamanı üzerine olan etkileri test edilmiştir. Yatırım maliyetinin değiştirilmesi sonucunda oluşan opsiyon değerlerine göre oluşturulan grafik Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.10 : Yatırım maliyeti değişiminin opsiyon değerine etkisi

Yatırım maliyetinin düşmesi veya artması ideal yatırım zamanının da değişmesine ancak yatırımın kabul edilen yatırım zamanı içerisinde kalmasına neden olmaktadır. Yatırım maliyeti ile opsiyon değeri ve ideal yatırım zamanı arasındaki ilişki Şekil 5.11'de gösterilmiştir.

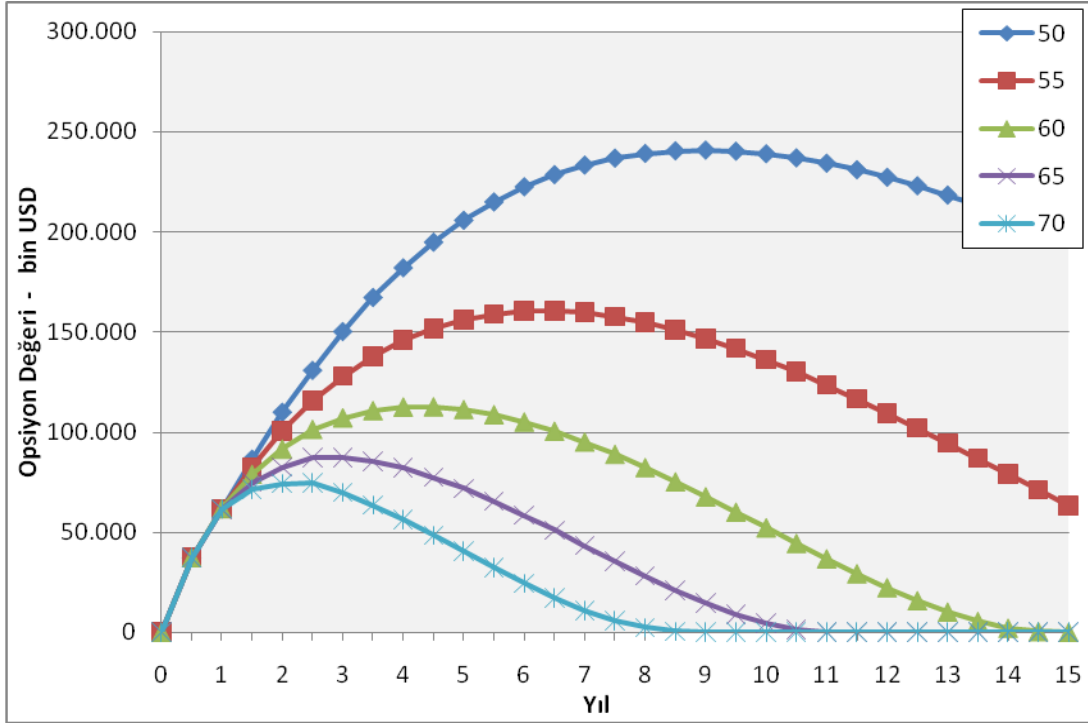


Şekil 5.11 : Yatırım maliyeti değişiminin opsiyon değerine ve yatırım zamanlamasına etkisi

Yatırım maliyeti değişiminin net bugünkü değer üzerindeki etkisi çok fazladır. Bunun sebebi ilk yatırım maliyetinin, indirgenmiş nakit akımları toplamından birebir çıkartılmasıdır. Dolayısıyla ilk yatırım maliyeti 450 ve 500 milyar USD iken net bugünkü değer pozitif iken; 550, 600 ve 650 milyar USD olduğunda net bugünkü değer negatif çıkmaktadır.

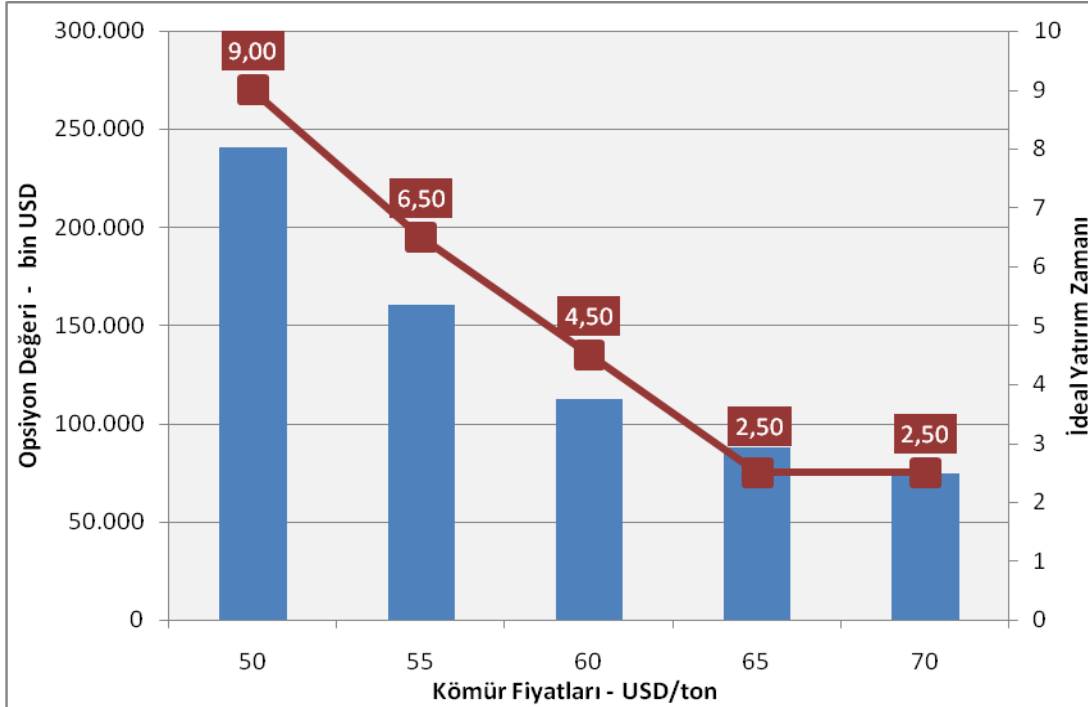
5.2.5.2 Kömür fiyatlarının etkisi

Temel senaryoda 60 USD/ton olarak alınan ve her dönem %2 artış olacağı varsayılan kömürün %10'ar azalıp; artmasına göre kömür fiyatları değişiminin ideal yatırım zamanına olan etkisi test edilmiştir. Yatırım maliyetinin değiştirilmesi sonucunda oluşan opsiyon değerlerine göre oluşturulan grafik Şekil 5.12'de gösterilmiştir.



Şekil 5.12 : Kömür fiyatları değişiminin opsiyon değerine etkisi

Kömür fiyatlarında oluşacak %10'luk değişimlerin opsiyon değeri üzerine etkisi oldukça yüksektir. Şekil 5.13'de opsiyon değeri ve ideal yatırım zamanının değişimi gösterilmektedir. Kömür fiyatlarının 50 ve 55 USD/ton olması durumunda yatırım yapılabilir alanın dışına çıkıldığı da görülebilmektedir.



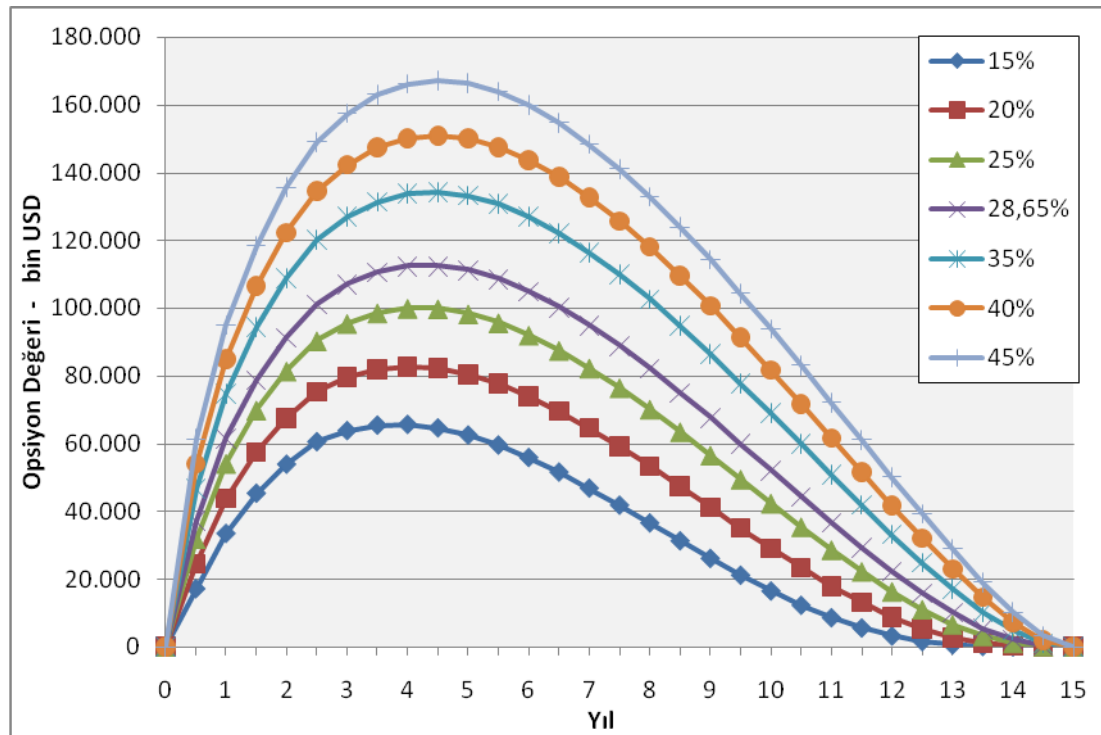
Şekil 5.13 : Kömür fiyatları değişiminin opsiyon değerine ve yatırım zamanlamasına etkisi

5.2.5.3 Belirsizliğin etkisi

Belirsizliği ölçmek için kullanılan standart sapma parametresi temel uygulama için %28,65 olarak hesaplanmıştı. Real opsiyonların yapısından da kaynaklanan bir biçimde belirsizlik arttıkça opsiyonun değeri de yükselmektedir. Belirsizlik düştükçe yöneticilerin kesin kararlara varma olasılığı daha da arttığından opsiyon değeri de düşmektedir.

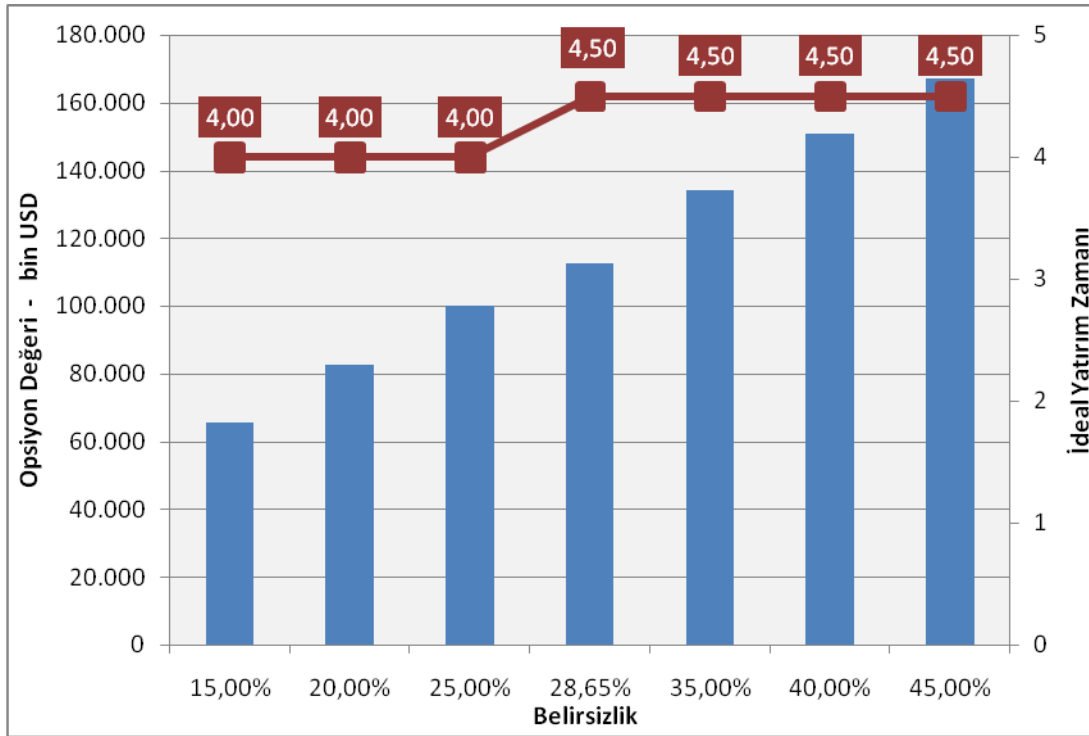
Aslında belirsizliğin olmadığı veya standart sapmanın sıfır olduğu durumlarda net bugünkü değer analizi ile oluşan değerden farklı bir sonuç alınmayacaktır. Bu nedenle belirsizliğin yüksek olduğu yatırım projelerinde reel opsiyonlar ile değerlendirme daha değerli olmaktadır.

Şekil 5.14’de belirsizliğin her dönem sonunda opsiyon değeri üzerine yapmış olduğu etki görülebilmektedir.



Şekil 5.14 : Belirsizliğin opsiyon değeri üzerine olan etkisi

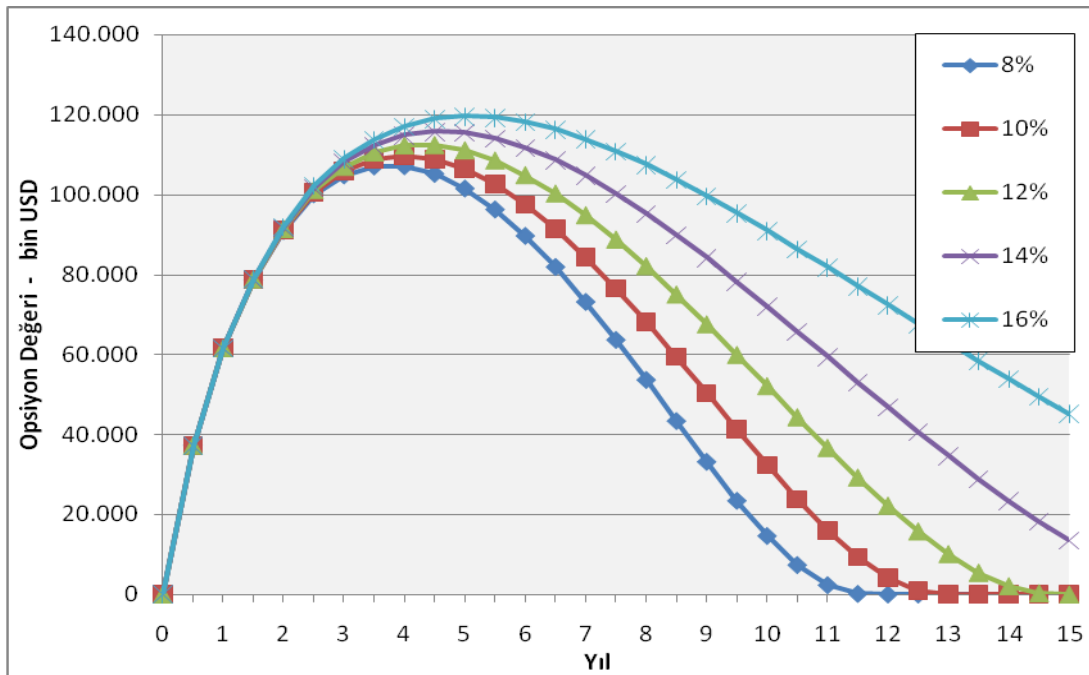
Belirsizlik arttıkça opsiyonun değeri artmakta ancak ideal yatırım zamanlaması çok da değişmemektedir. Şekil 5.15’de ideal yatırım zamanlamaları görülebilmektedir.



Şekil 5.15 : Belirsizliğin opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi

5.2.5.4 İskonto faktörünün etkisi

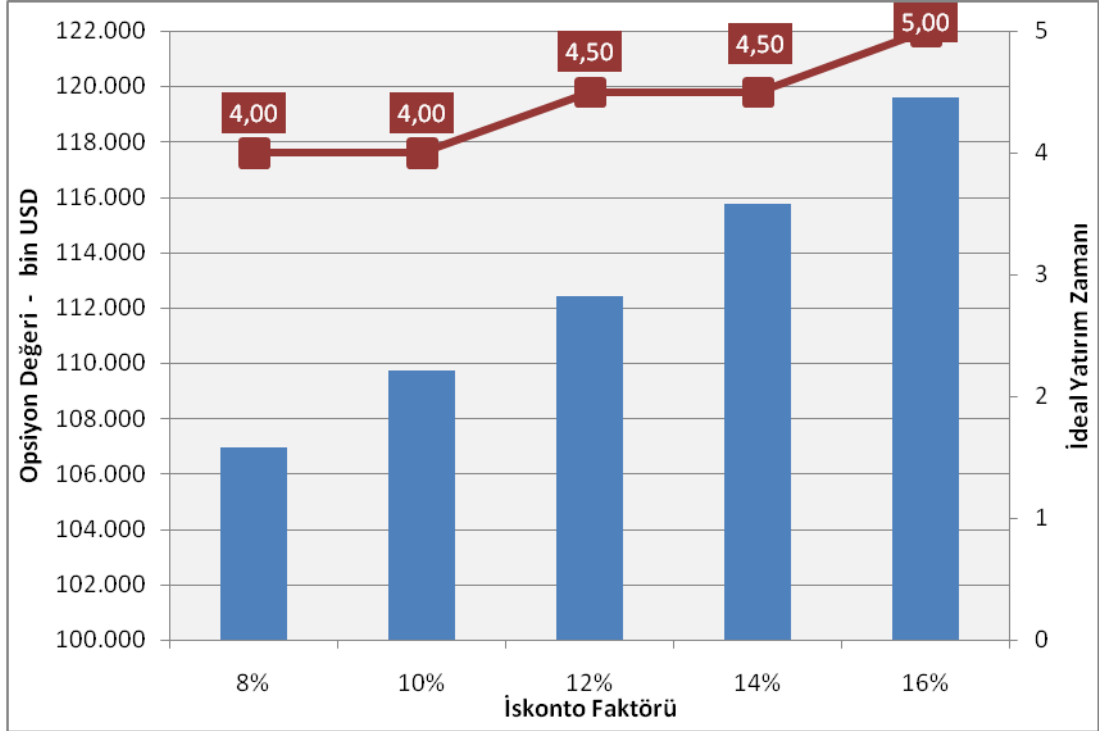
İskonto faktörünün değişimi gelecek dönemdeki nakit akışlarının bugünkü değerini doğrudan etkilemektedir. İskonto faktörünün düşüklüğü riski azalttığından opsiyonun değerinde de azalmaya neden olurken tersi bir durumda bu oranın artışıyla beraber bekleminin riski de artmakta ve opsiyonun değeri yükselmektedir.



Şekil 5.16 : İskonto faktörünün opsiyon değeri üzerine olan etkisi

Şekil 5.16’da farklı iskonto faktörleri için dönem sonu opsiyon değerleri hesaplanmış ve Şekil 5.17’de yatırım zamanlaması üzerine olan etkiler gösterilmiştir.

İskonto faktörü opsiyonun ilk zamanlarında büyük bir farklılık yaratmazken yatırım dönemi uzadıkça etkisini daha çok ortaya koymaktadır.

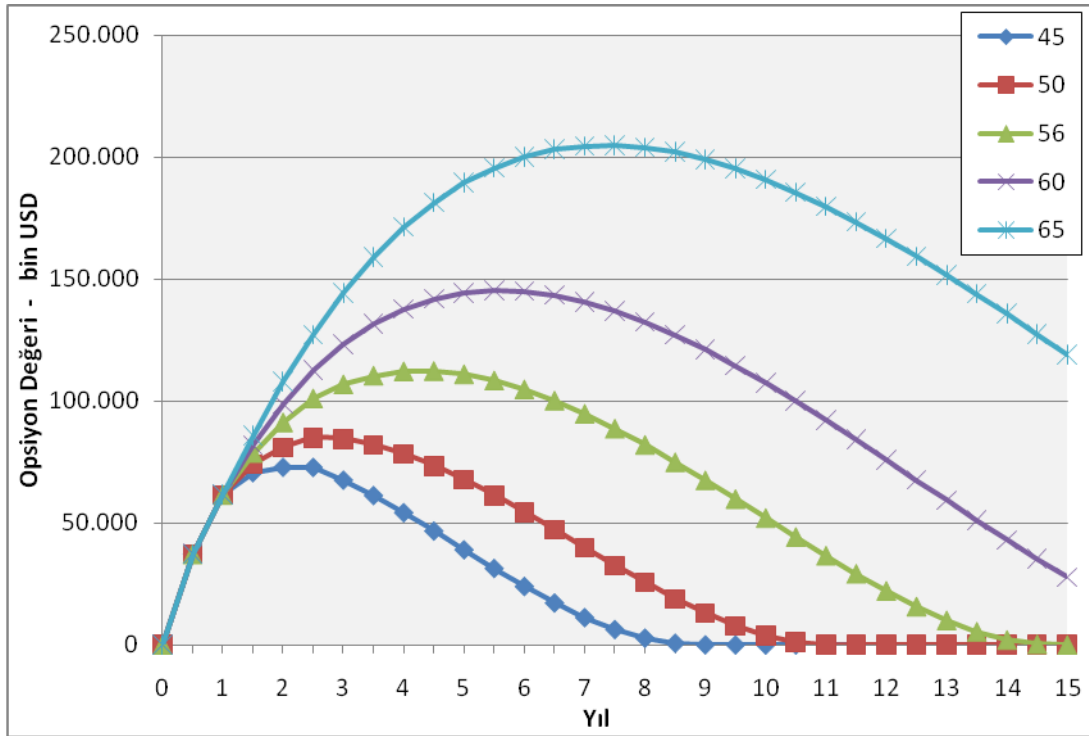


Şekil 5.17 : İskonto faktörünün opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi

5.2.5.5 Üretim maliyetinin etkisi

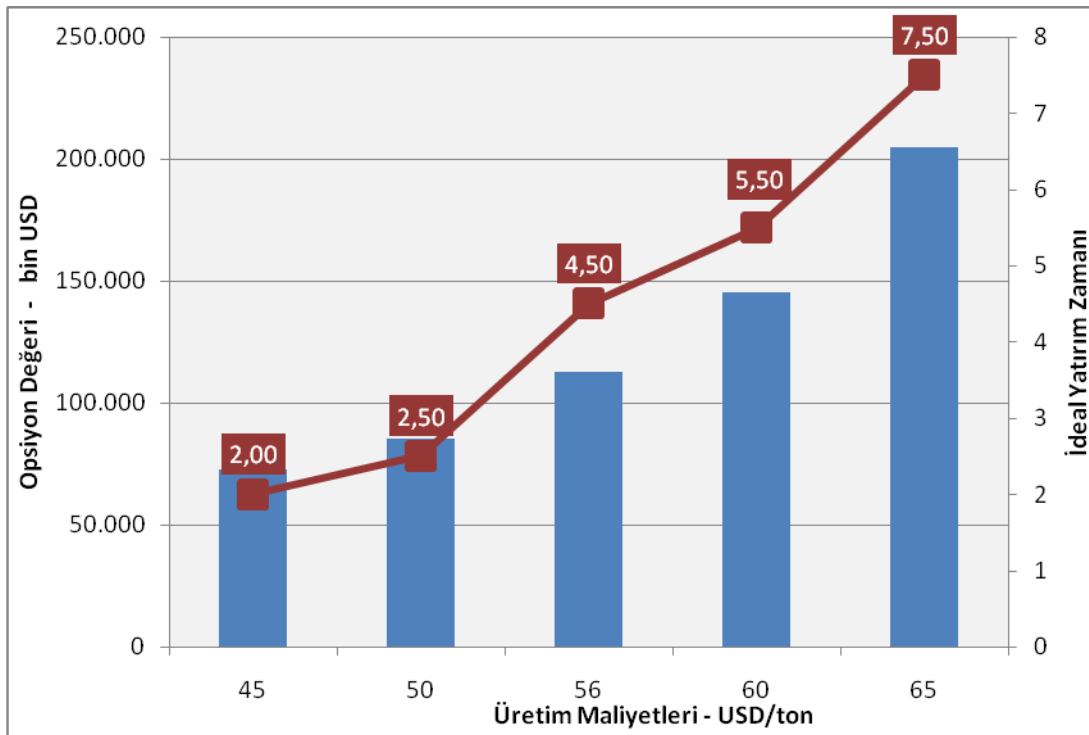
Üretim maliyeti temel senaryoda 56 USD/ton olarak alınmış ve bu maliyetin yatırım süresi boyunca sabit kalacağı varsayılmıştır. Üretim maliyeti üzerine yapılan analizde üretim maliyetinin düşmesi ile birlikte opsiyon değerinin azaldığı ancak artmasıyla birlikte de opsiyon değerinin arttığı görülmüştür. Şekil

Şekil 5.18’de opsiyon değerlerine yer verilmiştir. Üretim maliyetinin değişimi ideal yatırım zamanı üzerinde de ciddi etkilere sahiptir. Model üzerinde yapılacak iyileştirmelerde üretim maliyetlerinin üzerinde durmak daha sağlıklı sonuçlar verecektir.



Şekil 5.18 : Üretim maliyetinin opsiyon değeri üzerine olan etkisi

Şekil 5.19’da üretim maliyeti değişimi ile birlikte değişen ideal yatırım zamanlarına yer verilmiştir. 1,5 ile 7,0 arasında büyük bir aralıkta değişen bu parametre opsiyon değeri üzerinde de etkili olmaktadır.



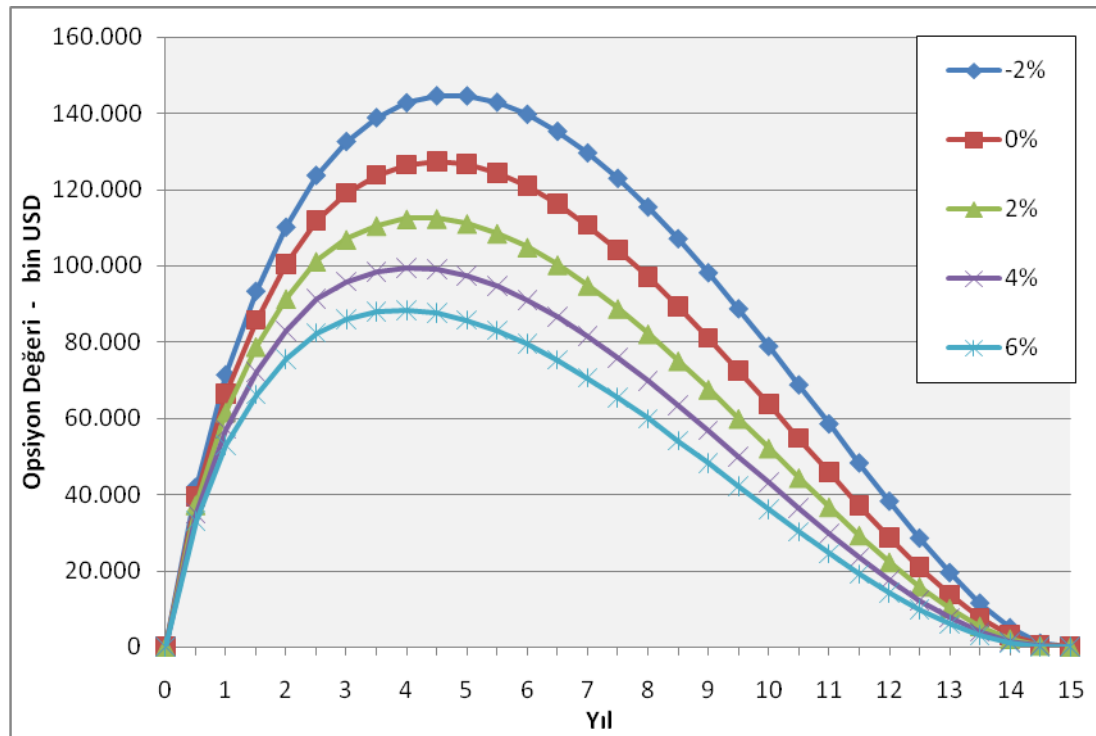
Şekil 5.19 : Üretim maliyetinin opsiyon değerine ve yatırım zamanlaması üzerine etkisi

5.2.5.6 Yatırım maliyetinin dönem artışının etkisi

Yatırım maliyetin her dönem sonunda %2 oranında arttığı temel senaryoda kabul edilmişti. Yatırım maliyeti ile birlikte yatırım maliyetinin artışının da analiz edilmesi gerekmektedir.

Yatırım maliyetinin değişiminde olduğu gibi yatırım maliyeti artış veya azalışının da ideal yatırım zamanlaması üzerine etkisi sınırlıdır. Test edilen beş farklı değişken için de ideal yatırım zamanlaması 4,0-4,5 arasında olmaktadır.

Yatırım maliyeti artışındaki değişimi gösteren grafiğe Şekil 5.20’de yer verilmiştir.



Şekil 5.20 : Yatırım maliyet artışının opsiyon değeri üzerine olan etkisi

5.2.6 Değerleme sonuçları

Temel uygulamada beşinci yılın ilk yarısı (4,5) yatırımın yapılması için en ideal zaman olurken yapılan duyarlılık analizleri sonrasında genel olarak beşinci ve altıncı yıl (4,0-5,0) yatırım için ideal zaman aralığı olmuştur.

Hesaplanan tüm bu ideal yatırım zamanları firma yöneticilerinin yatırım yapılabilir süre olarak belirlediği altı yılın içerisinde olduğundan yatırım kararının bu ideal yatırım zaman aralığı içinde verilmesi uygun görülmektedir.

Yapılan duyarlılık analizlerinde kömür fiyatları ve üretim maliyeti parametrelerinin yatırım projesi için önemli olduğu belirlenmiş ve bu parametreler üzerinde optimizasyon çalışmalarının yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Kömür fiyatları geçmiş dönem fiyat hareketleri baz alınarak ve önümüzdeki dönemde kömüre olan talep dikkate alınarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerin ve varsayımların sonucu ciddi anlamda etkilediği unutulmamalıdır.

56 USD/ton olarak alınan üretim maliyetinin kırılımına bakıldığında; 16 USD/ton ocaktan çıkarma maliyeti; 24 USD/ton yurtiçi taşıma ücreti; 2 USD liman yükleme maliyeti; 14 USD deniz yoluyla taşıma maliyeti olarak alındığı görülmektedir. Yurtiçi taşıma ve ocaktan çıkarma maliyetini tekrar gözden geçirmenin faydalı olacağı kesindir.

Duyarlılık analizleri sonucu modeli en çok etkileyen parametrelerin birim başına hesaplanan parametreler (USD/ton) olması dikkat çekicidir. Yatırımın her döneminde etkili olan bu parametrelerin önemi duyarlılık analizleriyle de ortaya konulmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Belirsizliğin her geçen gün arttığı bir rekabet ortamında faaliyet gösteren her firmanın ihtiyacı, yatırım değerlerinin ve yatırımdan beklenen getirilerin öngörölmüş bir senaryo dahilinde belirlenmesindense, gelecekte gerçekleşmesi muhtemel farklı piyasa koşulları için gerçekçi kararlar almalarına yardımcı olacak yöntemlerdir. Bu nedenle kararları baştan verilmek zorunda olan statik yatırım değerlendirmeleri günümüz firmaları için yetersiz kalmaktadır.

Yatırımlar hakkında yalnızca değerdendirildikleri zamandaki durumlarına göre yap veya yapma kararı vermek karar vericiler için her zaman doğru sonucu vermemektedir. Bazı durumlarda yatırımlar kendi bünyesinde erteleme, kademeli yatırım yapma, değıştirme seçeneklerini de barındırabilir ve bu seçenekler yatırımı iptal etmenin değeriine göre daha yüksek olabilir.

Reel opsiyonlar yaklaşımı yatırım projelerinin belirsizlik ortamı nedeniyle sahip olduğu değeri de hesaplayabilmektedir. Reel opsiyonlar yöntemini geleneksel yöntemlere özellikle de net bugünkü değeri analize alternatif bir yöntem olarak düşünmek karar vericileri yanlış yönlendirecektir. Reel opsiyonlar ile birlikte yatırımların sahip olduğu içsel değeri ortaya konulmaya çalışılmakta ve bu çalışmalar yapılırken de indirgenmiş nakit akımları yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Bu nedenle reel opsiyonlar yöntemini alternatif ve tek başına kullanılabilen bir yöntem olarak tanımlamaktansa geleneksel yöntemleri tamamlayıcı bir yöntem olarak tanımlamak karar vericiler açısından daha gerçekçi olacaktır.

Yapılan çalışmada geleneksel değerieme yöntemleri anlatılmış, opsiyon teorisinden yola çıkılarak finansal opsiyonlar anlatılmış ve daha sonra reel opsiyonlara yer verilmiştir. Reel opsiyonların kullanım alanları, geçmiş çalışmalar, türleri ve hesaplama yöntemlerine yer verilen çalışmada son olarak uygulama kısmına geçilmiştir. Uygulama kısmında da Rusya’da faaliyete geçmeye hazır bir kömür madeni yatırımının değeriemesi gerçekleştirilmiştir.

Uygulama kısmında yapılan geleneksel net bugünkü değer, geri ödeme süresi ve iç karlılık oranı yöntemlerine göre yatırımın hayata geçirilmesi ekonomik olarak anlamlı olmazken yatırım projesinin içerisinde bulunan erteleme opsiyonunun değeri hesaplandığında yatırımın mevcut zamandan 4,5 yıl sonra yani beşinci yılın ilk yarısında yapılması projenin toplam değeri açısından en ideal zaman olmuştur.

Proje sahibi bu süre kadar beklemek istemeyip projeyi şimdiden de kabul etmeyebilir bu kendi inisiyatifindedir ancak bunu yapması sonucunda ne kadarlık bir opsiyondan vazgeçeceğini analitik olarak bilmesi gerekmektedir.

Proje, ertelenebilme esnekliği taşıması nedeniyle yatırım süresi boyunca uygun şartların oluştuğu herhangi bir dönemde gerçekleştirilebilecektir. Bu nedenle Amerikan tipi opsiyonlarla modellenmeye uygun olacağı açıktır. Amerikan tipi opsiyonların modellenmesinde karşılaşılan hesaplama sorunları ve belirli dönem sayısından sonra binom modeli ve Black&Scholes modelinin her ikisinin de oldukça yakın sonuçlar vermesi nedeniyle yatırım birbirini takip eden yakın karar noktalarına ayrılmış bu sayede her bir noktada hesaplanan opsiyon değerleri sürekli bir doğru yakalayarak Amerikan tipi opsiyonlara benzetilmiştir.

Proje kapsamında yer alan parametrelerin değişiminin opsiyon değerini nasıl ve hangi derecede etkilediğini incelemek ve bu sayede en büyük etkiye sahip olan parametre/parametrelerin belirlenmesini sağlayabilmek amacıyla duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyarlılık analizi diğer tüm veriler sabitken yalnız bir verinin değişmesini temel aldığı için riski tamamen ortadan kaldıramamaktadır. Sabit kalan verilerin tamda olması gerektiği değerde olduğunu temel alan bu yaklaşım yalnızca o an için değişen değere odaklanmaktadır. Ancak olasılık analizini her bir parametre için uygulamak zaman kaybına yol açacağından bu analiz yapılmadan önce duyarlılık analizi yapılarak sonucu en çok etkileyen parametrenin tespit edilmesi ve bu parametreye olasılık analizinin uygulanması önerilmektedir.

Yapılan duyarlılık analizlerinde özellikle kömür fiyatları ve üretim maliyetlerinin opsiyon değerinde ve yatırımın ideal zamanı üzerinde ciddi değişimlere neden olduğu tespit edilmiştir. Diğer parametre değişimleri de değişimlere neden olabilmekte ise de ideal yatırım zamanı üzerinde etkileri belirgin değildir. Yatırımcının belirlediği yatırım zamanı içerisinde kalan bu değişimler belirgin olmamaktadır.

Duyarlılık analizinde kömür fiyatları ve üretim maliyetleri dışındaki parametlerle elde edilen bulgulara göre; yatırım maliyeti, belirsizlik ve iskonto faktörü artışı ile opsiyon değeri artmakta fakat ideal yatırım zamanlaması belirgin şekilde değişmemekte; yatırım maliyeti artış değişiminin yükselmesi ile ise opsiyon değeri düşmekte ancak bu değişiklik de ideal yatırım zamanını değiştirmemektedir. Bulunan bu bulgular opsiyon teorisinde tespit edilen bulgular ile örtüşmektedir.

Her bir yatırım projesi değerlemesi kendi iç dinamikleri nedeniyle farklı parametrelere farklı duyarlılık gösterebilmektedir. Geçmişte yapılan çalışmalarda Özoğul (2006) yatırıma hazır halde bulunan e-ticaret projesi için ideal yatırım zamanı hesaplamaları yapmış ve belirsizlik parametresi ile getiri kısıtlılığı (yatırımcıların riske göre yatırım yaptığı varsayımı) parametrelerinin ideal yatırım zamanı üzerine en büyük etkiye sahip olduğunu belirlemiştir.

Bu proje özelinde bakıldığında kömür fiyatları ve üretim maliyetleri varsayımları için olasılık analizleri yapılması veya simülasyon yönteminden faydalanılarak ilgili dönem içerisinde belirli bir veri seti oluşturulması faydalı olabilir. Bunun dışında geçmişe ait verilerin bulunabildiği kömür fiyatları tahminlerinin yapılmasında da simülasyon tekniklerinden faydalanmak nakit akışlarının daha doğru tahmin edilmesinde fayda sağlayacaktır.

Reel opsiyonlar için belirsizliğin ölçülmesi güncel bir araştırma konusudur. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda belirsizliğin daha doğru ve daha analitik tekniklerle ölçülmesi konusunda çalışılabilir. Özellikle emtia temelli projelerde belirsizliğin analitik olarak hesaplanması görece olarak daha mümkün olmaktadır. Ayrıca uygulama kısmında belirsizliğin kaynağı olarak sadece kömür fiyatları değişkenliği alınmıştır. Ancak proje açısından belirsizliğin tek kaynağı kömür fiyatları olmamakta ayrıca talep belirsizliği de söz konusu olmaktadır. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda belirsizliğin tanımı daha da genişletilerek tüm belirsizliği kapsayacak şekilde genişletilebilir.

Değerleme sonucunda negatif net bugünkü değere sahip olan kömür madeni yatırımı projesi bu açıdan ekonomik olarak anlamsız olmasına rağmen içinde barındırdığı erteleme opsiyonu sayesinde gerçek değerini gösterebilmektedir. Bu sayede bugün için negatif net bugünkü değere sahip olan projeden erteleme opsiyonunun değeri sayesinde tamamen çıkılmamakta ideal yatırım zamanı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, C.**, 2005. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Reel Opsiyonlar, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, **28**, 3-5.
- Amram ve Kutikula**, 1999. *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press.
- Asıkoğlu, R.**, 1995. *Yatırım ve Proje Değerlendirme*, Anadolu Üniversite Yayınları No.827, Eskişehir.
- Aydın, N., Coşkun, M., ve Baktır, H.**, 2003. *Finansal Yönetim*, Anadolu Üniversitesi Yayını, No.1465, Eskişehir.
- Bayrakdaroğlu, A. ve Ege, İ.**, 2006. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Riski Dikkate Alan Yaklaşımların Uygulanabilirliğinin Analizi; Kayseri İli İmalat Sanayinde Bir Uygulama, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, **1(2)**, 87-104.
- Berk, N.**, 2000. *Finansal Yönetim*, Türkmen Kitabevi (5.Baskı), İstanbul.
- Bjersund, P. and Ekern S.**, 1990. Managing Investment Opportunities Under Price Uncertainty: From 'Last Chance' to 'Wait and See' Strategies, *Financial Management*, **19(3)**, 65-83.
- Boer, R.**, 2002. *The Real Options Solution: Finding Total Value in a High- Risk World*, Wiley Finance.
- Bostan, İ.**, 2007. Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul.
- BP**, British Petroleum, 2009. *Statistical Review of World Energy*.
- Brach, M.A.**, 2003. *Real Options in Practice*, John Wiley&Sons, Inc., New Jersey.
- Brandão, L. E., Dyer, J. S., and Hahn, W. J.**, 2005. Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems, *Decision Analysis*, **2(2)**, 69-88
- Brealey, R.A., Myers, S.C., and Marcus, A.J.**, 2004. *Fundamentals of Corporate Finance*, McGraw- Hill.
- Brennan, M. J. and Schwartz, E.S.**, 1985. Evaluating Natural Resource Investments, *The Journal of Business*, **58(2)**, 135-157.
- Buckley, A.**, 1998. *International Investment – Value Creation Appraisal: A Real Options Approach*, Handelshojkskolens Forlag, Copenhagen.
- Castro, A. L.**, 2000. *Avaliação de Investimento de capital em projetos de geração termoeletrica no setor elétrico brasileiro usando teoria das opções reais*, PUC Rio, Rio de Janeiro.

- Ceylan, A.,** 2001. *İşletmelerde Finansal Yönetim* (7.Baskı), Bursa Ekin Kitap Evi.
- Chambers N.,** 2005. Gerçek Opsiyonların Fiyatlandırılması, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, **26**, 70-79.
- Choudhry, M.,** 2001. *Bond and Money Markets; Strategy, Trading, Analysis*, Bath: JPMorgan Chase&Co.
- Christopher T. M.,**1999. *Nonlinear Pricing: Theory and Applications*, John Wiley and Sons, New York
- Coopeland, T.E., and Keenan P.T.,** 1998. How Much Is Flexibility Worth?, *The McKinsey Quarterly*, **2**,44-48.
- Copeland, T., and Antikarov, V.,** 2001. *Real Options, A Practitioner's Guide*, Texere Publishing, New York.
- Cornett, M.M., and Saunders, A.S.,** 2003. *Financial Markets and Institutions*, McGraw-Hill Inc.
- Cuthbertson K., and Dirk, N.,** 2001. *Financial Engineering: Derivatives and Risk Management*, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- Çalikuş, O.,** 2008. Telekomünikasyon Sektöründeki Esnek Yatırım Kararlarında Reel Opsiyonların Uygulanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı. İstanbul.
- Demirel, M. L.,** 2005. Electricity Generation Investment Planning Under Uncertainty: A Real Options Application For Türkiye. *Yüksek Lisans Tezi*, Bilkent Üniversitesi.
- Dias, M. A. G.,** 1996. *Investimento sob Incerteza em Exploração & Produção de Petróleo*, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, RJ - Brazil.
- Dixit, A. K. and Pindyck, R. S.,** 1994. *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dönmez, Ç. A., Başaran, Y., Doğru, G., Yılmaz, M. K., Uğur, S., Kartallı, Y. ve Ugan, G.,** 2002. *Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş*, İMKB, İstanbul.
- Ercan, M.K., ve Üreten, A.,** 2000. *Firma Değerinin Tespiti ve Yönetimi*, Gazi Kitabevi (1.Baskı), Ankara.
- Erdoğan S.,** 2008. Sermaye Bütçelemesinde Geleneksel Yöntemlere Alternatif Olarak Reel Opsiyonlar Yöntemi. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Erol, Ü.,** 1999. *Vadeli İşlem Piyasaları Teori ve Pratik*, İMKB.
- EPDK,** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2010, *İnceleme ve Değerlendirmeye Alınan ve Üretim Lisansı Verilen Üretim Lisansı Başvuruları*, EPDK Yayınları.
- Fabozzi, F.J.,** 2002. *The Handbook of Financial Instruments*, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Geske, R.,** 1979. The valuation of compound options, *Journal of Financial Economics*, **7**, 63-81.

- Gomes, L.,** 2002. *Avaliação de termelétricas no Brasil estudando o melhor momento de investimento por modelos opções reais*. PUC Rio: Rio de Janeiro.
- Graham, J.R., and Campbell H.,** 2001. The Theory and Practice of Corporate Finance, Evidence from the Field, *Journal of Financial Economics*, **60**, 187-243.
- Gümüsoğlu, S.,** 2000. *Sayısal Yöntemlere Yönetmel Yaklaşım*, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İzmir.
- Güvemli, O., Chambers, N., ve İme, M.,** 1997. *Yatırım Projelerinin Düzenlenmesi Değerlendirilmesi ve İzlenmesi*, MÖDAV, 6. Baskı, İstanbul.
- Hemantha, S.B., and Chan, S.P.,** 1999. Economic Analysis Of R&D Projects: An Options Approach, *Engineering Economist*, **44**(1), 1-35.
- Herbelot, O.,** 1992. Option valuation of flexible investments: The case of environmental investments in the electric power industry, *Unpublished Ph.D. dissertation*, Department of Nuclear Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- 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.
- Howel, S., Stark, A., Newton, D., Dean, P., Çacus, M., Pereira, J., and Patel, K.,** 2001. *Real Options Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World*, Prentice Hall.
- Hull, J.C.,** 2006. *Options, Futures, And Other Derivatives*, Pearson Prentice Hall.
- IEA,** International Energy Agency, 2009. *Key World Energy Statistics*.
- IEA,** International Energy Agency, 2008. *World Energy Outlook*.
- IMF,** International Monetary Fund, 2009. *Statistics*.
- Jordan, B.D., and Miller, T.W.,** 2008. *Fundamentals of Investments, Valuation and Managemet*, 4. Baskı, McGraw-Hill.
- Karavardar A.,** 2008. Yatırım Zamanlama Opsiyonları ve Bir Uygulama, *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe Finansman Bilim Dalı, İstanbul
- Kargül, İ. D.,** 1996. *Yatırımlarda Proje Analizi*, İMKB Yayını, 1. Baskı, İstanbul.
- Katalan, M.,** 2003. Geleneksel Değerleme Yöntemlerine Alternatif Bir Metod: Gerçek Opsiyonlar, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletme. İstanbul.
- Kenç, T.,** 2003. Reel Opsiyon Yöntemi İle Proje Değerlendirilmesi, *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, **30**, 25-32.
- Kester, C.,** 1984. Today's Options for Tomorrow's Growth, *Harvard Business Review*, **30**, 153-161.
- Kolb, R.,** 1995. *Understanding Options*, John Wiley&Sons, NewYork.

- Konuk, H.,** 2006. Şirket Değerleme Yöntemleri ve Reel Opsiyonlar Yaklaşımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Sermaye Piyasası ve Borsa Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kula, V., ve Erkan, M.,** 2001. Yatırım Proje Hazırlanmasında Gerçekleştirdikleri Finansal Etüdler Açısından Kobi ve Büyük İşletmelerin Karşılaştırılması, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, **2**(1), 145-160.
- Kulatilaka, N. and Perotti, E. C.,** 1992. *Strategic Investment Timing under Uncertainty*, Financial Markets Group, London School of Economics, UK.
- Lewis, N.A., Eschenbach, T.G. and Hartman, J.C.** 2008. Can We Capture The Value of Option Volatility?, *The Engineering Economist*, **53**(3), 230-258
- Luehrman, T.A.,** 1998. Investment Opportunities As Real Options: Getting Started on the Numbers, *Harvard Business Review*, **76**(4), 51-64.
- Louberge, H., Villeneuve, S., Chesney, M.,** 2002. Long-term risk management of nuclear waste: a real options approach, *Journal of Economic Dynamics and Control*, **27**(1), 157-180.
- Marion, A.B.,** 2003. *Real Options in Practice*, 1. Baskı, Wiley, USA.
- Miller, L. T. and Park, C. S.,** 2002. Decision Making Under Uncertainty: Real Options to the Rescue?, *The Engineering Economist*, **47**(2), 105-150.
- Moreira, A., Rocha, K. ve David, P.** 2004. Investments in Thermopower Generation: A Real Options Approach for the New Brazilian Electrical Power Regulation. *The 6th Annual Real Options Seminar*
- Moyer, R.C., McGuigan, J., and Kretlow, J.W.,** 1995. *Contemporary Financial Management*, 6th Edition, West Publishing Company, USA.
- Mucuk, İ.,** 1996. *Modern İşletmecilik*, Türkmen Yayınları, İstanbul.
- Mun, J.,** 2003. *Real Options Analysis Course: Business Cases and Software Applications*, John Wiley and Sons Inc.
- Patrick, J.C., and Martin R.T.,** 2005. *Hedging Instruments and Risk Management: How to Use Derivatives to Control Financial Risk in Any Market*, McGraw-Hill. New York.
- Paddock, J. L., Siegel, D. R., and Smith, J. L.,** 1988. Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases, *Quarterly Journal of Economics*, **103**, 479-508.
- Özkeserli, P.,** 2007. Gerçek Opsiyonlar Ve Otomotiv Sanayiinde Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Bursa.
- Özogul, S.A.,** 2006. Yatırım Kararlarının Değerlendirilmesinde Reel Opsiyonlar: Bilişim Teknolojileri Yatırım Uygulaması, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Remer, S., Ang, H.S., and Charles, F.B.,** 2001. Dealing with uncertainties in the biotechnology industry: The use of real options reasoning, *Journal of Commercial Biotechnology*, **8**(2), 95-105
- Ross, S.A., Westerfield, R.W., and Jordan, B.D.,** 2007. *Essentials of Corporate Finance*, McGraw-Hill.
- Safarov, S.,** 2009. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Enerji Sektöründe Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Programı.
- Sarıaslan, H.,** 1997. *Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi*, Turhan Kitabevi, 3. Basım, Ankara.
- Serin, G.R.,** 2004. Nakit Akışı Bazında Firma Değerlemesi, *Active Dergisi*, **38**, 10-21.
- Seyidoğlu, H.,** 1997. *Uluslararası Finans*, İstanbul.
- Simon, B. and Efrat, T.,** 2002. Real Options- An Introduction and An Application to R&D Valuation, *The Engineering Economist*, **47**(2), 10-23.
- Steiner, B.,** 2007. *Mastering Financial Calculations*, Prentice Hall.
- Şenel, S.A.,** 2006. <http://www.muhasibetr.com/yazarlarimiz/said/006/> alındığı tarih 05.10.2009 Şenel, S.A., Cumhuriyet Üniversitesi, SMMM, Öğretim Görevlisi.
- Smith, J. and Nau, R.,** 1995. Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis, *Management Science*, **41**(5), 795-816.
- Tan, B.,** 2004. Belirsizlik Altında Karar Verme ve Reel Opsiyonlar, *Capital Aylık İş ve Ekonomi Dergisi*, **58**, 35-42.
- Taş, O., Yaşaroğlu, Ç. ve Tokmakçioğlu, K.,** 2007. Finansal Opsiyonlarla Reel Opsiyonların Karşılaştırılması ve Gerçek Bir Yatırım Projesinde Reel Opsiyonların Hesaplanması, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **22**(2), 339-355.
- Terzi, A.,** 2006. Gerçek Opsiyonlar ve Değerleme Yöntemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tevfik, A.,** 2005. *Hisse Senedi Değerlemesi*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Tokol, T.,** 1984. *Pazarlama Araştırması*, Uludağ Üniversitesi Yayınları, 3. Baskı, Bursa.
- Tourinho, O. A. F.,** 1979. *The Option Value of Reserves of Natural Resources*, Research Program in Finance Working Papers 94, University of California at Berkeley.
- Trigeorgis, L.,** 1996. *Real Options*, The MIT Press.
- Triantis, A. and Borison, A.,** 2001. *Real Options: State of the Practice*, International Conference on Real Options, Los Angeles.
- TTK Genel Müdürlüğü,** 2010; *Taş Kömürü Sektör Raporu*, Türkiye Taş Kömürü Kurumu Genel Müdürlüğü, Ankara

- Uzunlar, E., ve Aktan M.,** 2006. *Finansal Opsiyonlar, Gerçek Opsiyonlar Uygulamaları*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- VOB,** Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş., 2005. *Türev Araçlar Lisanslama Rehberi*, İzmir.
- Wang, G.Y.,** 2002. *Real Options: The Key to Values*, Management School, Imperial College University of London, UK.
- WCI,** World Coal Institute, 2008. *The Coal*.
- WCI,** World Coal Institute, 2009. *The Coal Resource*.
- Yılmaz, M.K.,** 1998. *Hisse Senedi Opsiyonları ve İMKB’de Uygulanabilirliği*, İMKB.
- Yıldırım, E.,** 2007. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Madencilik Sektöründe Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Programı.
- Yüksel, S.,** 1982. *Parabulma ve Yatırım / İşletmelerde Sermaye Yönetimi*, AR Basım Yayın ve Dağıtım A.Ş., İstanbul.

EKLER

EK A.1 : Kömür Fiyatları Tablosu (Ocak 2001 – Mayıs 2010)

EK A.2 : Tarihsel Volatilitenin Hesaplanması

EK A.3 : Her Bir Dönem İçin Opsiyon Değerinin Hesaplanması

EK A.1

Çizelge A.1 : IMF (2010) verilerine göre Avustralya İthal Taş KömürüKömür Fiyatları FOB (USD/ton)

Oca.01	32,10	Ara.02	26,25	Kas.04	56,60	Eki.06	47,20	Eyl.08	160,71
Şub.01	32,10	Oca.03	26,68	Ara.04	55,98	Kas.06	49,29	Eki.08	115,71
Mar.01	32,60	Şub.03	26,95	Oca.05	56,83	Ara.06	53,30	Kas.08	98,84
Nis.01	33,50	Mar.03	26,14	Şub.05	53,46	Oca.07	54,95	Ara.08	84,27
May.01	33,80	Nis.03	25,13	Mar.05	54,56	Şub.07	56,68	Oca.09	85,71
Haz.01	33,90	May.03	24,96	Nis.05	54,91	Mar.07	59,34	Şub.09	80,76
Tem.01	34,00	Haz.03	25,82	May.05	54,98	Nis.07	60,13	Mar.09	65,36
Ağu.01	33,80	Tem.03	26,09	Haz.05	54,64	May.07	60,00	Nis.09	68,10
Eyl.01	32,80	Ağu.03	27,13	Tem.05	54,54	Haz.07	66,00	May.09	69,11
Eki.01	32,40	Eyl.03	28,61	Ağu.05	52,63	Tem.07	72,12	Haz.09	76,48
Kas.01	29,40	Eki.03	29,46	Eyl.05	48,48	Ağu.07	74,30	Tem.09	79,07
Ara.01	27,35	Kas.03	32,05	Eki.05	45,49	Eyl.07	73,33	Ağu.09	77,68
Oca.02	29,10	Ara.03	36,43	Kas.05	40,78	Eki.07	80,15	Eyl.09	72,47
Şub.02	29,85	Oca.04	40,45	Ara.05	40,96	Kas.07	90,64	Eki.09	76,15
Mar.02	29,55	Şub.04	44,73	Oca.06	46,27	Ara.07	97,50	Kas.09	84,43
Nis.02	28,84	Mar.04	52,43	Şub.06	51,11	Oca.08	98,30	Ara.09	89,04
May.02	28,63	Nis.04	57,05	Mar.06	53,30	Şub.08	141,43	Oca.10	103,93
Haz.02	26,65	May.04	60,47	Nis.06	56,65	Mar.08	126,70	Şub.10	100,92
Tem.02	24,90	Haz.04	63,80	May.06	56,36	Nis.08	131,79	Mar.10	101,12
Ağu.02	24,00	Tem.04	65,76	Haz.06	56,12	May.08	142,71		
Eyl.02	24,45	Ağu.04	63,48	Tem.06	56,52	Haz.08	171,16		
Eki.02	26,25	Eyl.04	59,33	Ağu.06	54,58	Tem.08	192,86		
Kas.02	26,25	Eki.04	60,67	Eyl.06	50,46	Ağu.08	169,71		

EK A.2

Çizelge A.2 : Tarihsel volatilitenin hesaplanması

Aylar	Fiyat (USD/ton)	$\ln(P_t/P_{t-1})$	$[\ln(P_t/P_{t-1}) - P_\mu]^2$
Ocak.01	32,10		
Şubat.01	32,10	0,0000	0,00011
Mart.01	32,60	0,0155	0,00003
Nisan.01	33,50	0,0272	0,00028
Mayıs.01	33,80	0,0089	0,00000
Haziran.01	33,90	0,0030	0,00006
Temmuz.01	34,00	0,0029	0,00006
Ağustos.01	33,80	-0,0059	0,00027
Eylül.01	32,80	-0,0300	0,00164
Ekim.01	32,40	-0,0123	0,00052
Kasım.01	29,40	-0,0972	0,01158
Aralık.01	27,35	-0,0723	0,00684
Ocak.02	29,10	0,0620	0,00266
Şubat.02	29,85	0,0254	0,00023
Mart.02	29,55	-0,0101	0,00042
Nisan.02	28,84	-0,0243	0,00121
Mayıs.02	28,63	-0,0073	0,00031
Haziran.02	26,65	-0,0717	0,00674
Temmuz.02	24,90	-0,0679	0,00614
Ağustos.02	24,00	-0,0368	0,00223
Eylül.02	24,45	0,0186	0,00007
Ekim.02	26,25	0,0710	0,00367
Kasım.02	26,25	0,0000	0,00011
Aralık.02	26,25	0,0000	0,00011
Ocak.03	26,68	0,0162	0,00003
Şubat.03	26,95	0,0101	0,00000
Mart.03	26,14	-0,0305	0,00168
Nisan.03	25,13	-0,0394	0,00248
Mayıs.03	24,96	-0,0068	0,00030
Haziran.03	25,82	0,0339	0,00055
Temmuz.03	26,09	0,0104	0,00000
Ağustos.03	27,13	0,0391	0,00082
Eylül.03	28,61	0,0531	0,00182
Ekim.03	29,46	0,0293	0,00036
Kasım.03	32,05	0,0843	0,00545
Aralık.03	36,43	0,1281	0,01384

Çizelge A.2 (Devam) : Tarihsel volatilitenin hesaplanması

Aylar	Fiyat (USD/ton)	$\ln(P_t/P_{t-1})$	$[\ln(P_t/P_{t-1}) - P_\mu]^2$
Ocak.04	40,45	0,1047	0,00888
Şubat.04	44,73	0,1006	0,00813
Mart.04	52,43	0,1588	0,02202
Nisan.04	57,05	0,0844	0,00548
Mayıs.04	60,47	0,0582	0,00228
Haziran.04	63,80	0,0536	0,00186
Temmuz.04	65,76	0,0303	0,00039
Ağustos.04	63,48	-0,0353	0,00209
Eylül.04	59,33	-0,0676	0,00609
Ekim.04	60,67	0,0223	0,00014
Kasım.04	56,60	-0,0694	0,00638
Aralık.04	55,98	-0,0110	0,00046
Ocak.05	56,83	0,0151	0,00002
Şubat.05	53,46	-0,0611	0,00512
Mart.05	54,56	0,0204	0,00010
Nisan.05	54,91	0,0064	0,00002
Mayıs.05	54,98	0,0013	0,00008
Haziran.05	54,64	-0,0062	0,00028
Temmuz.05	54,54	-0,0018	0,00015
Ağustos.05	52,63	-0,0356	0,00212
Eylül.05	48,48	-0,0821	0,00857
Ekim.05	45,49	-0,0637	0,00549
Kasım.05	40,78	-0,1093	0,01434
Aralık.05	40,96	0,0044	0,00004
Ocak.06	46,27	0,1219	0,01242
Şubat.06	51,11	0,0995	0,00793
Mart.06	53,30	0,0420	0,00099
Nisan.06	56,65	0,0610	0,00255
Mayıs.06	56,36	-0,0051	0,00024
Haziran.06	56,12	-0,0043	0,00022
Temmuz.06	56,52	0,0071	0,00001
Ağustos.06	54,58	-0,0349	0,00206
Eylül.06	50,46	-0,0785	0,00791
Ekim.06	47,20	-0,0668	0,00596
Kasım.06	49,29	0,0433	0,00108
Aralık.06	53,30	0,0782	0,00459
Ocak.07	54,95	0,0305	0,00040
Şubat.07	56,68	0,0310	0,00042
Mart.07	59,34	0,0459	0,00126
Nisan.07	60,13	0,0132	0,00001

Çizelge A.2 (Devam) : Tarihsel volatilitenin hesaplanması

Aylar	Fiyat (USD/ton)	$\ln(\text{Pt/Pt-1})$	$[\ln(\text{Pt/Pt-1})-\mu]^2$
Haziran.07	66,00	0,0953	0,00720
Temmuz.07	72,12	0,0887	0,00612
Ağustos.07	74,30	0,0298	0,00037
Eylül.07	73,33	-0,0131	0,00056
Ekim.07	80,15	0,0889	0,00616
Kasım.07	90,64	0,1230	0,01267
Aralık.07	97,50	0,0730	0,00391
Ocak.08	98,30	0,0082	0,00001
Şubat.08	141,43	0,3638	0,12486
Mart.08	126,70	-0,1100	0,01450
Nisan.08	131,79	0,0394	0,00084
Mayıs.08	142,71	0,0796	0,00478
Haziran.08	171,16	0,1818	0,02936
Temmuz.08	192,86	0,1194	0,01187
Ağustos.08	169,71	-0,1279	0,01913
Eylül.08	160,71	-0,0545	0,00421
Ekim.08	115,71	-0,3285	0,11488
Kasım.08	98,84	-0,1576	0,02823
Aralık.08	84,27	-0,1595	0,02887
Ocak.09	85,71	0,0169	0,00004
Şubat.09	80,76	-0,0595	0,00489
Mart.09	65,36	-0,2116	0,04929
Nisan.09	68,10	0,0411	0,00094
Mayıs.09	69,11	0,0147	0,00002
Haziran.09	76,48	0,1013	0,00826
Temmuz.09	79,07	0,0333	0,00052
Ağustos.09	77,68	-0,0177	0,00079
Eylül.09	72,47	-0,0694	0,00638
Ekim.09	76,15	0,0495	0,00153
Kasım.09	84,43	0,1032	0,00861
Aralık.09	89,04	0,0532	0,00183
Ocak.10	103,93	0,1546	0,02079
Şubat.10	100,92	-0,0294	0,00159
Mart.10	101,12	0,0020	0,00007
Toplam Σ		1,1475	0,74544
Ortalama μ		0,0104	
Varyans σ^2		0,68%	
Std. Sapma σ		8,27%	
Yıllık Std. Sapma σ		28,65%	

EK A.3

Çizelge A.3 : Her bir dönem için opsiyon değerinin hesaplanması

Peri yot	Yıl	Üretim Miktarı (‘000 ton)	Satış Fiyatı (USD/t on)	Satış Geliri (‘000 USD)	Maliyet (‘000 USD)	Nakit Akımı (‘000 USD)	İskonto Edilmiş Nakit Akımı (‘000 USD)	Yatırımın Maliyeti (‘000 USD)	Dönemde Yatırım Yapılmazsa Elde Edilen Nakit Akımı	Opsiyon Değerinin Hesaplanması				Opsiyonun Değeri
										d1	d2	N(d1)	N(d2)	
0	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	550.000	522.530					0,00
1	0,5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	555.500	522.530	-0,0033	-0,2059	0,4987	0,4184	37.247,85
2	1,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	561.000	522.530	0,1745	-0,1120	0,5693	0,4554	61.614,01
3	1,5	1.500	60,00	90.000	84.000	6.000	5038	566.500	517.492	0,2596	-0,0913	0,6024	0,4636	78.797,29
4	2,0	2.000	61,20	122.400	112.000	10.400	8238	572.000	509.254	0,3107	-0,0945	0,6220	0,4624	91.379,06
5	2,5	2.000	62,42	124.848	112.000	12.848	9601	577.500	499.654	0,3484	-0,1046	0,6362	0,4583	101.179,87
6	3,0	2.500	63,67	159.181	140.000	19.181	13522	583.000	486.132	0,3656	-0,1306	0,6427	0,4480	106.951,57
7	3,5	2.500	64,95	162.365	140.000	22.365	14874	588.500	471.258	0,3759	-0,1601	0,6465	0,4364	110.566,88
8	4,0	2.500	66,24	165.612	140.000	25.612	16069	594.000	455.188	0,3804	-0,1926	0,6482	0,4237	112.313,99
9	4,5	2.500	67,57	168.924	140.000	28.924	17120	599.500	438.068	0,3800	-0,2277	0,6480	0,4099	112.429,38
10	5,0	2.500	68,92	172.303	140.000	32.303	18038	605.000	420.030	0,3751	-0,2655	0,6462	0,3953	111.115,40
11	5,5	2.500	70,30	175.749	140.000	35.749	18832	610.500	401.198	0,3660	-0,3059	0,6428	0,3798	108.550,28
12	6,0	2.500	71,71	179.264	140.000	39.264	19513	616.000	381.685	0,3528	-0,3490	0,6379	0,3636	104.894,16
13	6,5	2.500	73,14	182.849	140.000	42.849	20089	621.500	361.596	0,3356	-0,3948	0,6314	0,3465	100.293,24
14	7,0	2.500	74,60	186.506	140.000	46.506	20570	627.000	341.026	0,3144	-0,4436	0,6234	0,3287	94.882,73
15	7,5	2.500	76,09	190.236	140.000	50.236	20962	632.500	320.064	0,2889	-0,4957	0,6137	0,3100	88.789,12

Çizelge A.3 (Devam): Her bir dönem için opsiyon değerinin hesaplanması

Peri yot	Yıl	Üretim Miktarı (‘000 ton)	Satış Fiyatı (USD/t on)	Satış Geliri (‘000 USD)	Maliyet (‘000 USD)	Nakit Akımı (‘000 USD)	İskonto Edilmiş Nakit Akımı (‘000 USD)	Yatırımın Maliyeti (‘000 USD)	Dönemde Yatırım Yapılmazsa Elde Edilen Nakit Akımı	Opsiyon Değerinin Hesaplanması				Opsiyonun Değeri
										d1	d2	N(d1)	N(d2)	
16	8,0	2.500	77,62	194.041	140.000	54.041	21273	638.000	298.791	0,2588	-0,5515	0,6021	0,2906	82.132,14
17	8,5	2.500	79,17	197.922	140.000	57.922	21510	643.500	277.281	0,2238	-0,6115	0,5886	0,2704	75.026,57
18	9,0	2.500	80,75	201.880	140.000	61.880	21679	649.000	255.602	0,1833	-0,6762	0,5727	0,2495	67.583,99
19	9,5	2.500	82,37	205.918	140.000	65.918	21787	654.500	233.815	0,1365	-0,7465	0,5543	0,2277	59.914,66
20	10,0	2.500	84,01	210.036	140.000	70.036	21838	660.000	211.978	0,0824	-0,8236	0,5328	0,2051	52.129,61
21	10,5	2.500	85,69	214.237	140.000	74.237	21837	665.500	190.140	0,0196	-0,9088	0,5078	0,1817	44.343,24
22	11,0	2.500	87,41	218.522	140.000	78.522	21790	671.000	168.350	-0,0540	-1,0042	0,4785	0,1576	36.676,40
23	11,5	2.500	89,16	222.892	140.000	82.892	21701	676.500	146.649	-0,1409	-1,1125	0,4440	0,1330	29.260,51
24	12,0	2.500	90,94	227.350	140.000	87.350	21574	682.000	125.076	-0,2455	-1,2379	0,4030	0,1079	22.242,86
25	12,5	2.500	92,76	231.897	140.000	91.897	21412	687.500	103.664	-0,3741	-1,3870	0,3542	0,0827	15.793,74
26	13,0	2.500	94,61	236.535	140.000	96.535	21219	693.000	82.444	-0,5376	-1,5706	0,2954	0,0581	10.115,51
27	13,5	2.500	96,51	241.266	140.000	101.266	20999	698.500	61.445	-0,7569	-1,8095	0,2246	0,0352	5.452,54
28	14,0	2.500	98,44	246.091	140.000	106.091	20755	704.000	40.691	-1,0786	-2,1505	0,1404	0,0158	2.093,46
29	14,5	2.500	100,41	251.013	140.000	111.013	20488	709.500	20.203	-1,6533	-2,7442	0,0491	0,0030	318,19
30	15,0	2.500	102,41	256.033	140.000	116.033	20203	715.000	0	-32,2697	-33,3793	0,0000	0,0000	0,00

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Serhad ÖZTÜRK
Doğum Yeri ve Tarihi: Çorlu / 28.01.1985
Adres: Maltepe, İstanbul
Lisans Üniversitesi: Anadolu Üniversitesi (Endüstri Mühendisliği)