

## REEL OPSİYONLARIN YATIRIM PROJELERİ ANALİZLERİNDE KULLANIMI\*

Hakan BİLİR<sup>1</sup>

Gönderim tarihi: 19 Eylül 2018 Kabul tarihi: 6 Mayıs 2019

### Özet

Yatırım projelerinin seçimi, firmaların gelecekteki nakit akışlarını ve dolayısıyla firma değerini etkileyen en önemli kararların başında gelmektedir. Geleneksel olarak yatırım projelerinin değerlendirilmesi indirgenmiş nakit analizi (İNA) yöntemleri kullanılarak yerine getirilmektedir. Geleneksel yöntemlerde nakit akışlarını indirgemede kullanılan iskonto oranının sabit olarak kabul edilmesi, koşullar değişse dahi değerlemenin statik kalmasına neden olmaktadır. Yatırım fırsatlarının gelecekte bir şey yapma yükümlülüğünden ziyade bir hak olarak formüle edilebilmesiyle, opsiyon teorisinin sınırları emtiaları da kapsayacak şekilde genişlemiştir. Reel opsiyon olarak adlandırılan bu yeni anlayış, geleneksel yöntemlerin ihmal ettiği “belirsizlik”, “esneklik” ve “dinamik öğrenme” gibi öğeleri değerlendirme sürecine dahil ettiği gibi, riskin olasılık dağılımları yoluyla ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, Black-Scholes Opsiyon değerlendirme modelinin açıklanmasına ve yatırım projelerinde kullanımına bir uygulama üzerinden yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Opsiyon, reel opsiyon, Black-Scholes Modeli, yatırım proje değerlendirme

**JEL Sınıflaması:** G31, G32, G39

## USING REAL OPTIONS IN INVESTMENT PROJECTS ANALYSIS

### Abstract

Because of impacting over cash flows and firm value, selecting an investment project is one of the most important decisions of many firms. Historically, investment project valuation is done by discounting cash flows (DCF) analysis. Using the discount ratio in discounting cash flow as fixed ratio causes static valuation process even if the conditions change. The ability of formulating the investment opportunities as a right rather than responsibility helps option theory to enlarge its border covering assets. This new approach called “reel option” annexes conceptions which are ignored by DCF such as “uncertainty”, “flexibility” and “dynamic learning” in valuation process, besides it helps evaluating risks by the way of probability distribution. In this paper, Black-Scholes model is explained and used to compute the value of real options attached to an investment project.

**Key Words:** Options, reel options, Black-Scholes Model, investment project evaluation

**JEL Classification:** G31, G32, G39

\* Bu çalışma 2012 tarihli “Enerji Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı” başlıklı doktora tezinden derlenmiştir. Değerlendirmeler yazara ait olup kurumsal bir görüşü yansıtmaz

<sup>1</sup> Rekabet Başuzmanı. (hbilir@rekabet.gov.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9947-7199>)

## 1. GİRİŞ

Yatırım projelerinin seçimi, firmaların gelecekteki nakit akışlarını ve dolayısıyla firma değerini etkileyen en önemli kararların başında gelmektedir. Yatırım projeleri değerlendirilmesinin başarısı, kullanılan verilerin ve seçilen yöntemin doğruluğuna bağlıdır. Değerlemede kullanılan yöntemlerin özellikle belirsizlik ve riskleri ele alış biçimine göre ayrışması sonuçların da farklılaşmasına neden olmaktadır.

Geleneksel proje değerlendirme yöntemleri, özellikle projelerin sahip olduğu esnekliği dikkate almamaları nedeniyle eleştirilmektedir. Geleneksel yöntemlerde nakit akışlarını indirgemesinde kullanılan iskonto oranının sabit olarak kabul edilmesi, koşullar değişse dahi değerlemenin statik kalmasına neden olmaktadır. Yatırım projeleri geleneksel yöntemlerin aksine dinamik bir yapıya sahiptir. Geleneksel proje değerlendirme yöntemlerinin esnek olmayan ve değişikliklere cevap veremeyen bir yapıya sahip olması alternatif arayışlarında opsiyon yöntemini öne çıkartmaktadır.

Finansal enstrümanlar üzerinde şekillen opsiyonların yükümlülük olmaksızın bir hak yaratılabilme özelliği, riskten korunmak isteyen yatırımcılar için oldukça caziptir. Opsiyon teorisinin sınırları, yatırım fırsatlarının da yükümlülük olmaksızın bir hak olarak formüle edilebilmesiyle, emtiaları da kapsayacak şekilde genişlemiştir. Reel opsiyon olarak adlandırılan bu yeni yaklaşım ışığında, “geri dönülmezlik, belirsizlik ve esneklik” kavramları yatırım kararlarının değerlemesini kritik bir biçimde değiştirmektedir. Geleneksel yöntemlerde belirsizlik bir musibet gibi algılanırken, opsiyon fiyatlama modeli, belirsizliği bir lütuf gibi görmektedir. Bir projenin opsiyon değeri belirsizliğin artması ile birlikte artmaktadır.

Reel opsiyon değerlendirme ile ilgili en büyük problem, hem modelin mevcudiyeti konusundaki farkındalık hem de yöntemin pratik uygulaması konusunda yaşanan zorluklardır. Model çok sayıda formülün uygulanmasına ihtiyaç duyması nedeniyle matematiksel bilgiyi gerektirmesinin yanında bazı tartışmalı ve katı varsayımların adaptasyonunu gerektirmektedir. Bu anlamda çalışmanın katkısı şu şekilde vurgulamak mümkündür. Çalışma, özellikle gerçek bir yatırım projesinin değerlemesinin ele alınması bakımından, uygulamacıların reel opsiyonu nasıl kullanabileceklerine yönelik bir metodoloji sunmaktadır. Çalışmada ele alınan proje, gerçek bir enerji yatırım projesine dayanmaktadır. Söz konusu proje geleneksel yöntemler ile negatif bir sonuç arz ederken, reel opsiyon yaklaşımının kullanılması durumunda yapılabilir hale gelmiştir. Bu durum söz konusu modelin Türkiye gibi petrol/doğalgaz veya maden alanlarında ciddi yatırım ihtiyacı içinde olan ülkeler açısından ayrıca önem arz etmektedir. Yöntemin sıklıkla uygulandığı bir diğer kullanım alanının arge, patent, yazılım gibi projeler olduğu düşünüldüğünde, uluslararası yatırımcılar da dahil olmak üzere bu alanlardaki yatırımların artırılması çabasına önemli katkı sağlayabileceği

düşünülmektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne adaylık süreci, sermaye piyasalarının gelişimi, finansal işlemlerin küreselleşmesi, uluslararası yatırımların mevcudiyeti; muhasebe standartları ve değerlendirme yaklaşımlarının da bu gelişmelere koşturucu olarak değişimini ve gelişimini beraberinde getirmektedir. Çalışmada, gelişmiş ülkelerde yatırım projelerinin değerlendirmesinde daha geniş bir uygulama alanı bulunan reel opsiyon yaklaşımının geleneksel yöntemlere göre avantajları, gerçek bir enerji yatırım projesinin değerlendirilmesi ele alınarak detaylı bir biçimde gösterilmektedir. Yöntem, yatırımların daha doğru bir biçimde değerlendirilmesinin yapılması ve yatırımların artmasına olanak sağlaması nedeniyle üstünlük arz etmektedir ve tarafımızca da önerilmektedir.

Yaklaşımın, geleneksel değerlerin göz ardı etmiş olduğu ek değeri ortaya çıkartarak yatırım kararlarının artmasına neden olabileceği olması, yöntemin benimsenmesinin önemini daha da artırmaktadır. Bu durum çalışmanın da amacını ortaya koymaktadır. Makalenin ilk bölümünde yatırım projesi değerlendirmesinin önemli bileşenlerine değinilmektedir. Devamında sırasıyla opsiyonlara yönelik genel bilgilere ve değerlendirme modellerine yer verilmektedir. Reel opsiyonların yatırım projelerinde kullanım nedenleri, finansal opsiyonlardan ve geleneksel yöntemlerden farklılıkları da çalışmada özetle ele alınmaktadır. Son bölümde ise, İNA yöntemleri ile gerçekleştirilmeyecek bir projenin reel opsiyon kullanılarak pozitif sonuçlandırıldığına yönelik uygulamaya yer verilmiştir.

## 2. YATIRIM PROJESİ DEĞERLEMEDE BELİRSİZLİK VE RİSKİN MODELLENMESİ

Yatırım analizi (sermaye bütçelemesi), şirketlerin yeni yatırım fırsatlarına karar verme süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Şirketler sürekli bir biçimde mevcut üretimlerinde değişiklik yapıp yapmama kararları ile yüzleşmek durumundadır. Net Bugünkü Değer (NBD), bugün çoğu lisansüstü okulda yatırım fırsatlarını değerlendirmek için kullanılan en iyi yöntem olarak öğretilmektedir (Bjarnadóttir, 2013: 1). Geleneksel yatırım teorilerinin çoğunun gerisinde net NBD kriteri yer almaktadır. Bu kritere göre, firmanın gerçekleştirmeyi planladığı bir yatırım projesinin gelecekte sağlaması beklenen net getirilerin iskonto edilmiş bugünkü değeri göz önüne alınır. Hesaplanan değer pozitif ise söz konusu yatırım projesi kabul edilir. Faiz oranının artması (düşmesi) NBD'ın azalmasına (artmasına) neden olacağı için, bu kritere göre faiz oranı ile yatırımlar arasında negatif bir ilişki olduğu söylenebilir (Güven, 2013: 3). Değerlemenin esasını teşkil eden İndirgenmiş Nakit Akışları (İNA) yöntemleri oldukça objektif olmakla birlikte, değişen koşulları dikkate almaması nedeniyle statik olması ve farklı risk kategorilerini tek bir iskonto oranı ile değerlendirmesi nedeniyle hatalı sonuçlara yol açabilmektedir (Guj, 2006: 99). NBD yaklaşımı, kararını, hesaplamalar

sırasında bilinen bilgilere dayandırır ve bu anlamda gelecekteki faiz oranlarında veya nakit akışında meydana gelebilecek değişimleri (esnekliği) hesaba katmamaktadır. Bu durum özellikle uzun dönemli projeler bakımından ciddi sonuçlar doğurmaktadır. İşletmelerin değerlendirmeye aldığı gelecekteki yatırım fırsatları riskli ve önemli bir belirsizliği içerisinde barındırıyor ise, faiz oranları (ve/veya iskonto oranı) ve nakit akışlarındaki değişim olasılığı, NBD yaklaşımında söz konusu parametrelerin sabit olarak dikkate alınmasının sakıncalarını ortaya koymaktadır. Bu durum NBD ile yapılan değerlemenin sonuçlarının hatalı olmasına yol açmaktadır (Bjarnadóttir, 2013: 19). Bu yöntemle ilgili sorun, bugün alınan tüm kararların nakit akışı veya faiz oranları gibi gelecekteki değişikliklerle başa çıkma esnekliği olmayan mevcut bilgiler ile şu anda alınmasıdır (Bjarnadóttir, 2013: 1). Günümüzde ise bu yöntemin alternatifi olarak reel opsiyon yaklaşımı öne çıkmaktadır. Model, İNA yöntemi ile aynı teorik temele dayanmakla birlikte, İNA yöntemlerinin pek çok sınırlamasını ortadan kaldırmaktadır (Samis, 2003: 2). Reel opsiyon yaklaşımı, değerlemeyi daha düşük olarak tahmin eden ve opsiyon portföyünün ve esnekliğin değerini hesaba katmayan geleneksel İNA yöntemlerinin kısıtlarını düzeltmektedir. Bununla birlikte reel opsiyonlar, geleneksel yöntemlerin bulgularını tamamıyla reddetmemekte yalnızca geleneksel yöntemlerin ulaştığı sonuçlara esneklik (opsiyon) değerini eklemektedir (Dzyuma, 2012: 58). Reel opsiyon kullanılarak yapılan yatırım projesi değerlemesinde toplam proje NBD'si iki bileşenden oluşur: geleneksel statik (pasif) NBD ve doğrudan ölçülebilir reel opsiyon değerini ifade eden esneklik değerinin toplamı (Culik, 2015: 11)

İki yöntem arasındaki temel farklılık; riskli nakit akışlarının nasıl değerlendirildiğinde yatmaktadır. Geleneksel yöntemlerde firmalar genellikle riski, nakit akışlarının indirgenmiş iskonto oranları içerisinde değerlendirilmektedir. Söz konusu oran, riske göre uyarlanmış iskonto oranı olarak adlandırılmaktadır. Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde genellikle kullanılan, hissedarların beklentilerini yansıtan, firmanın ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti (AOSM) oranı; “firmanın sermaye yapısı, vergi oranı, borçlanma oranı, firma hisselerinin beklenen getirisi gibi” faktörler dikkate alınarak hesaplanmaktadır (Smith ve McCardle, 1999: 8).

Proje değerlendirme hesabı için kullanılan ikinci yöntem olan reel opsiyonlar, İNA yönteminden, proje nakit akışlarının risk ve zamana göre uyarlanmasında farklılaşmaktadır. Reel opsiyonlar, riski doğrudan belirsizliğin kaynağında uyarlamakta ve zaman uyarlamasını net nakit akışlarına uygulamaktadır. Esnekliğin olmadığı durumda yalnızca fiyat riski dikkate alınırken, reel opsiyon yaklaşımı riske göre uyarlanmış nakit akışını üretmek için, fiyatı riske göre uyarlamaktadır (Samis, 2003: 15). Bu anlamda opsiyon fiyatlama modelinde, riske göre uyarlanmış olasılıklar tahmin edilmeye çalışılmakta ve nakit akışları risksiz faiz

oranlarından indirgenmektedir. Klasik opsiyon değerlendirme teorisi, bütün proje risklerinin ticarete konu menkul kıymetler ile elimine edilebileceğini varsaymaktadır (Smith ve McCardle, 1999: 9).

**Tablo 1.** Proje değerlendirme yöntemlerinin risk yaklaşımı

Yöntem	Risk Yaklaşımı	Kullanılan Enstrüman
Sermaye bütçeleme	Dolaylı	İskonto oranı
Portföy analizi	Göreceli	Kıyaslama
Opsiyon fiyatlama	Doğrudan	Olasılık

**Kaynak:** Brach (2003, 4)

Tablo 1’de özetlenmeye çalışıldığı şekilde, çeşitli yöntemlere göre elde edilen sonuçlar arasındaki fark oldukça büyüktür (Samis vd, 2007: 128). İNA yöntemini kullanan sermaye bütçeleme teknikleri, gelecek nakit akışlarının riski de içerecek şekilde belirlenen iskonto oranından indirgenmesi yöntemini benimsemiştir. Bu yöntemde risk dolaylı olarak ölçülmektedir. Kullanılan iskonto oranı sermayenin fırsat maliyeti olup, yatırımcının benzer riske sahip projelerden elde edeceği beklentilerine karşılık gelmektedir. Portföy analizinde, yatırımları risk yapılarına göre ayrıştırarak, portföyün riskini elimine eden yatırımların portföye kazandırılması yöntemi benimsenmiştir. Reel opsiyon analizinde ise risk, olasılıklar çerçevesinde hesaplamalara dahil edilmektedir. Olasılıklar dahilinde belirlenmiş olan gelecek risk yansız nakit akışları, risksiz faiz oranından indirgenmektedir (Brach, 2003: 4). İskonto edilmiş nakit akışı ve reel opsiyon modeli arasındaki en temel farklılık risk ve esneklik anlayışlarından kaynaklanmaktadır. İskonto edilmiş nakit akışı modeli riski negatif açıdan ele alırken, reel opsiyon yaklaşımı, belirsizlik ve riskte var olan fırsatlar üzerinde odaklanmaktadır. Diğer taraftan, reel opsiyon modeli, esneklik ile birlikte ve zaman içinde risk düzeyinde meydana gelen değişimlerin de değerlemeye dahil edilmesini mümkün kılar. Reel opsiyon yaklaşımı, özellikle, yüksek seviyede risk ve belirsizlik taşıyan değerlendirme senaryoları için faydalıdır (Değer, 2011:161-162).

### 3. BLACK –SCHOLES OPSİYON DEĞERLEME MODELİ

Opsiyonlar, en karmaşık finansal enstrümanlardan bir tanesi olarak öne çıkmaktadır. Opsiyonlar, varlıklar ile ilgili türev enstrümanları ifade etmektedir. En genel ifadeyle opsiyonlar, belirli bir aksiyonu gerçekleştirmek için yükümlülük yüklemeyen ancak hak yaratan finansal araçlardır (Dzyuma, 2012: 58). Opsiyon sözleşmesi, iki taraf arasında yapılan ve alıcıya,

ödeyeceği belli bir tutar (opsiyon primi) karşılığında, belirli bir vadeye kadar (Amerikan tipi) veya belirli bir vade sonunda (Avrupa tipi) bugünden belirlenen bir fiyat (kullanım fiyatı) üzerinden opsiyona dayanak teşkil eden bir malı, kıymeti veya finansal göstergeyi satın alma veya satma hakkı tanıyan, satıcıya da alıcının bu sözleşmeden doğan hakkını kullanması durumunda sözleşmeye dayanak teşkil eden malı, kıymeti, veya finansal göstergeyi satma veya alma yükümlülüğü getiren sözleşmedir (Şeker vd, 2018: 122 -123). Alım opsiyonu (call option) alıcısına gelecekte belli miktarda bir varlığı, belli bir fiyattan alma hakkı veren, satış opsiyonu (put option) ise alıcısına gelecekte belli miktarda bir varlığı, belli bir fiyattan satma hakkı veren sözleşmelerdir. Alım opsiyonlarında opsiyon sahibi, bir bedel ödeyerek satın aldığı opsiyonu, vadesinde (Avrupa tipi opsiyon) veya vadesi gelmeden önce (Amerikan tipi opsiyon) bu opsiyona dayanarak belirli bir mal veya menkul değeri önceden belirlenen fiyattan satın alma hakkına sahiptir (Güven, 2013: 9). Opsiyonu diğer türev ürünlerden ayıran en önemli özelliği, sahibini yükümlülük altına sokmaması sadece hak sağlaması, yani esnekliğidir. Opsiyon sahibi, satın alma veya satma esnekliğini belirli bir fiyattan (opsiyon primi) satın almaktadır. Opsiyon sahibi, opsiyonu kullanıp kullanmama konusunda kararını piyasa koşulları doğrultusunda vermektedir (Değer, 2011:162).

Black – Scholes modeli, Avrupa tipi kâr payı ödemeyen hisse senedinin söz konusu olduğu opsiyonların fiyatlandırılmasına yönelik olarak dizayn edilmiştir. Ancak zaman içinde bazı akademisyenler diğer opsiyonların fiyatlarının tespitine imkan tanıyacak şekilde modeli geliştirmişlerdir. Örneğin, Amerikan tipi ve kâr payı ödeyen hisse senedi ve opsiyon konusunu teşkil eden döviz ve futures opsiyonları gibi. Bu model, yatırımcıya pozisyonun riskini yönetmek için bilgi sağlamaktadır (Şeker vd, 2018: 132).

Finansal opsiyonların fiyatlamasında geliştirilen ve geniş bir kullanım alanı bulan ilk yöntem, Fisher Black ve Myron Scholes tarafından 1973 yılında, hisse senedinin sürekli getiri oranlarının normal dağılıma sahip olduğu varsayımından hareketle türetilen modeldir. Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeli, olarak literatürde yer alan ve son derece yoğun olarak kullanılan bu model, Avrupa tipi kâr payı ödemeyen hisse senedi opsiyonlarının fiyatlandırılmasına yönelik geliştirilmiş bir fiyatlama modelidir. Daha sonra, model, Robert Merton tarafından, kâr payı ödemeli hisse senedi opsiyonlarının fiyatlandırılmasına adapte edilmiş (Merton, 1973), ardından Amerikan tipi, döviz ve futures opsiyonlarının değerlendirilmesine de imkan verecek şekilde geliştirilmiştir. Black-Scholes modeli opsiyon fiyatlamasında temel bir analiz niteliğindedir. Model hisse senedi hareketlerinin lognormal bir dağılım izlediği, işlem maliyeti ve verginin olmadığı, risksiz arbitraj fırsatının bulunmadığı gibi bazı varsayımlara dayanmaktadır (Değer, 2011: 163). Bu doğrultuda çalışmamızda Black-Scholes fiyatlama modeli kullanılacaktır. Modelin varsayımları aşağıdaki gibidir (Copeland and Antikarov, 2003: 106; Uzunlar ve Aktan, 2006: 29):

- Opsiyon yalnızca vadesinde işleme alınabilen Avrupa tipi bir opsiyondur
- Belirsizliğin tek bir kaynağı mevcuttur (faiz oranlarının sabit olduğu kabul edilmektedir)
- Opsiyon tek bir varlığa bağlıdır
- Opsiyonun bağlı olduğu varlığın temettü ödemesi mevcut değildir
- Varlığın piyasa fiyatı ve stokastik süreci bilinmektedir
- Varlığın varyansı sabittir
- Kullanım fiyatı bilinmektedir ve sabittir
- Piyasada sürekli ticaret yapılabilmektedir
- Borç almada ve vermede, opsiyonun vade sonuna kadar risksiz faiz oranı geçerlidir
- İşlem maliyetleri ve vergiler ihmal edilmektedir
- Varlığın kazanç oranı normal dağılımlıdır

Black – Scholes yaklaşımında varlığın değerini gösteren formül şu şekildedir:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-r_f T} N(d_2) \quad (\text{Alım opsiyonu}) \quad (1)$$

$$P_0 = X e^{-r_f T} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (\text{Satım opsiyonu}) \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r_f + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (3)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (4)$$

$N(d_1)$  = Normal  $d_1$  değişkeninin kümülatif normal standart dağılım değeri

$N(d_2)$  = Normal  $d_2$  değişkeninin kümülatif normal standart dağılım değeri

$S_0$  = Opsiyona konu varlığın fiyatı

$X(K)$  = Kullanım fiyatı

$T$  = Vade

$r_f$  = Risksiz faiz oranı

$e$  = Doğal logaritma (2,718)

$$\text{Opsiyonun Değeri} = S_0 N(d_1) - X e^{-r_f T} N(d_2) \quad (5)$$

$N(d_1)$  hissenin satın alınması                      Borçlanılacak miktar

Black – Scholes yaklaşımının avantajları olarak, basit işlemler ile değer bulunması ve

bulunan değerin kesin olması sayılabilir. Bir başka deyişle, bulunan değer analitik bir çözümdür ve sayısal yöntemlerdeki gibi yaklaşık bir değer değildir. Yöntemin dezavantajları ise, sadece bir tane fiyat değişkeni içeren Avrupa alım opsiyonları için kullanılabilmesidir. Sistemde çok değişkenin olması durumunda veya Avrupa alım opsiyonu dışında bir opsiyonun fiyatlanmasında başka yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Uzunlar ve Aktan 2006, 52). Model bakımından öne çıkan konu değişkenliğin doğru bir biçimde hesaplanmasıdır. Kapalı form denklemler bireysel değişkenliğe duyarlı olduğu gibi, denklemde yer alan değişkenlerin kendi arasındaki korelasyonlar da önemlidir. Bu durumda maliyet ve gelirlerin kendi arasındaki korelasyon, opsiyonun değerinin bulunabilmesi bakımından önem kazanmaktadır. Reel opsiyonlar bakımından varlığın değişkenliği veya belirsizlik, yönetimin riski azaltmak için yeni bilgi edinmek ve esnekliği devam ettirmek ile ilgilidir. Değişen pazar koşullarına cevap verecek esnekliğin bulunmadığı durumlarda opsiyonun değerinden bahsedilmesi de mümkün değildir (Brach, 2003: 59).

#### 4. REEL OPSİYONLAR

Günümüz yöneticilerinin karşı karşıya kaldıkları iş çevresi artan belirsizlik ve hızlı değişimler ile karakterize edilmiştir. NBD gibi geleneksel değerlendirme teknikleri ise belirlilik koşullarında yeterli olmakla birlikte esnekliğin değerini dikkate alamamaktadır. Bu durum fırsatların değerinin olduğundan daha az değerlendirilmesine ve kaynakların yanlış dağıtımına yol açmaktadır (Horn vd, 2015: 74). Reel opsiyonlar, varsayımları finansal opsiyonlara dayanan değerlendirme yöntemi olup, şirket veya yatırım değerlemesinin opsiyonlar çerçevesinde ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Yöntem, yatırım projelerinde mevcut esnekliklerin ele alınması ve yeni bilgilerin beklenmesinden kaynaklanacak riskin ele alınması açısından öne çıkmaktadır (Dzyuma, 2012: 58). Finans teorisinde, değerlendirme (şirket veya yatırım projesi) için en iyi yöntemlerin bulunması çabası devam etmektedir. Klasik İNA yöntemleri, özellikle yeni teknolojilere yatırım, ilaç endüstrisi ve madencilik endüstrisi gibi yeniliğe ve genişlemeye açık piyasalar bakımından genellikle yatırımın karlılığını doğru bir şekilde değerlendirmek için yetersiz kalmaktadır (Dzyuma, 2012: 56). Reel opsiyon metodolojisi, çok çeşitli değerlendirme ve karar verme süreçlerinin çözülmesi için uygulanan nispeten yeni bir yaklaşımdır. Burada, finansal opsiyonlar için kullanılan geleneksel yöntemler ve modeller, reel varlık değerlemesinde kullanılır. Geleneksel değerlendirme yaklaşımlarına kıyasla, reel opsiyon yaklaşımı iki önemli hususu dikkate almaktadır: (a) varlıklar tarafından üretilen nakit akışlarının riskliliği ve (b) esneklik. Reel opsiyon yaklaşımı tarafından sağlanan varlığın değeri iki bileşenin toplamı olarak verilmiştir: doğrudan ölçülebilir nakit akışlarının bugünkü değeri ve yönetim olanaklarını yakalayan esneklik değeri (Culik, 2015: 10-11).



Dan Galai ve Ronald W. Masulis 1976'da kurumsal yatırım kararlarında opsiyon fiyatlama kullanmayı öneren ilk kişilerdir (Sorsimo, 2015: 10). Devamında reel opsiyonlar teorisi finans literatüründe gelişmiştir. Myers (1977), büyüme şansına sahip çoğu kurumsal varlığın, firmaların gelecekte kullanabileceği (işleme sokabileceği) alım opsiyonu olarak görülebileceğini önermiştir. Yazar, reel opsiyon kavramını sermaye yapısı kararlarını açıklamak için kullanmıştır. Brennan and Schwartz (1985) ise, reel opsiyon modelinin doğal kaynak projelerinde ve gelecek nakit akışlarının gelecek yönetim kararları ile belirlenebileceği diğer uygulamalarda kullanımının uygun olduğunu belirtmektedir (Rao vd, 2017: 6). 1970'lerde ve 1980'lerde gerçek seçeneklerin ortaya çıkışından bu yana, akademisyenler analitik değerlendirme modelleri ve gerçek seçeneklerin sanayi yelpazesi ve yönetim kararları geniş bir kitleye uygulanabilirliğini göstermiştir (Horn vd, 2015: 74).

Finansal opsiyonlara benzer bir şekilde, reel opsiyonların değeri temettü dahil olmak üzere altı değişkene bağlıdır (Copeland ve Antikarov, 2003: 6; Lesley ve Michaels, 1997: 9):

- Hisse fiyatı: Finansal opsiyonlarda opsiyona dayanak teşkil eden varlık ilgili hisse veya menkul değer iken, reel opsiyonlarda, opsiyona dayanak teşkil eden varlık bir hisse yerine ilgili yatırım veya devralma işlemidir. Bu çerçevede hissenin fiyatı da yatırımdan kaynaklanacak gelecek nakit akışlarının şimdiki değeridir. Opsiyonun bağlı olduğu varlığın değerinin artması, opsiyonun değerini de artırmaktadır. Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonların temel farklarından bir tanesi, finansal opsiyon sahibinin opsiyon değeri üzerinde bir etkisi bulunmazken, reel opsiyon sahibinin opsiyon değerini etkilemesinin mümkün olmasıdır.
- Kullanım fiyatı: Finansal opsiyonlarda kullanım fiyatı opsiyon üzerinde anlaşılan fiyat iken, reel opsiyonlarda kullanım fiyatı ilgili yatırımın maliyetidir. Opsiyonun kullanım fiyatının artması, alım opsiyonunun değerinin düşmesine, satım opsiyonunun değerinin artmasına neden olmaktadır.
- Vade: Finansal opsiyonlarda vade opsiyonun kullanımının kalan süresi iken, reel opsiyonlarda vade, yatırım fırsatının geçerli olduğu süreyi ifade etmektedir. Kalan süre ne kadar uzun ise, opsiyonun değeri de o denli artmaktadır.
- Belirsizlik (değişkenlik): Finansal opsiyonlarda belirsizlik dayanak varlığın fiyatında meydana gelebilecek dalgalanmaları ifade etmekte ve standart sapma ile ölçülmektedir. Reel opsiyonlarda ise belirsizlik yatırımdan kaynaklanacak nakit akışlarının dalgalanmasını (değişkenliğini) ifade etmektedir. Opsiyonun değeri, varlığın riskliliğinin artması ile yükselmektedir.
- Risksiz faiz oranı: Risksiz faiz oranı hem finansal hem de reel opsiyonlarda aynı an-

lamda kullanılmaktadır. Risksiz faiz oranının artması opsiyonun değerinin artmasına neden olmaktadır.

- Temettü: Finansal opsiyonlarda temettü varlığı dayanak teşkil eden hissenin temettü ödemelerini ifade ederken, reel opsiyonlarda temettü opsiyonun geçerliliğini devam ettirmek için katlanılan maliyetler ya da rakiplere kaybedilen nakit akışlarıdır.

**Tablo 2.** Finansal opsiyon & reel opsiyon karşılaştırması

Finansal Opsiyon	Değişken	Reel Opsiyon (Yatırım Projesi)
Hisse fiyatı	S	Yatırımın gelecek nakit akışlarının şimdiki değeri
Kullanım fiyatı	K	Yatırımın maliyeti
Vade	t	Yatırım fırsatının geçerlilik süresi
Belirsizlik	$\sigma^2$	Yatırımın nakit akışlarının değişkenliği
Risksiz faiz oranı	$r_f$	Risksiz getiri oranı
Temettü	$\Delta$	Rakiplere kaybedilen nakit akışları, gecikmenin fırsat maliyeti

**Kaynak:** Brach (2003, 43); Lesley ve Michaels (1999, 9)

Reel opsiyonlarda yukarıda yer verilenlere karşılık gelen değişkenlerin reel opsiyonun değerine olan katkısı ise aşağıdaki gibidir (Copeland ve Antikarov, 2003: 7):

- Yatırımın beklenen nakit akışlarının artması, NBD ve reel opsiyonun değerinin artmasına neden olmaktadır. Yatırım maliyetinin artması NBD ve reel opsiyonun değerinin azalmasına neden olmaktadır.
- Vadeye kalan sürenin uzun olması belirsizliklerin artmasına neden olduğu için reel opsiyonun değerini artırmaktadır.
- Yönetimsel esnekliğin mevcut olduğu durumlarda belirsizliğin artması, reel opsiyonun değerinin artmasına neden olmaktadır.
- Risksiz faiz oranının artması, paranın zaman değerinin artması ve yatırımın ertelenmesi nedeniyle reel opsiyonunun değerini artırmaktadır.
- Temettü ödenmesi nakit akışlarının azalmasına yol açacağından reel opsiyonun değerinin azalmasına neden olmaktadır.

**Tablo 3.** Finansal ve Reel Opsiyonların Değerini Belirleyen Faktörler

Finansal Opsiyonlarda Değeri Belirleyen Faktörler			Reel Opsiyonlarda Değeri Belirleyen Faktörler
Kullanım fiyatı	(-)	(-)	Sabit maliyetlerin bugünkü değeri
Hisse senedi fiyatı	(+)	(+)	Beklenen nakit akışlarının bugünkü değeri
Vadeye kalan zaman	(+)	(+)	Fırsatın geçerli olduğu süre
Belirsizlik	(+)	(+)	Beklenen nakit akışlarının belirsizliği
Risksiz faiz oranı	(+)	(+)	Risksiz menkul kıymetin getirisi
Temettü	(-)	(-)	Yatırımın fırsat maliyeti

**Kaynak:** Anbar (2007, 78).

Reel opsiyon yöntemi ile geleneksel proje değerlendirme yöntemleri arasında hem farklılıklar hem de ortak yönler bulunmaktadır. Herhangi bir yatırım kararı, hak mevcut iken yükümlülüğün olmaması nedeniyle, alım opsiyonlarına benzemektedir. Bu nedenle yatırım fırsatına benzer bir alım opsiyonunun bulunması halinde, opsiyonun değeri yatırım fırsatının değeri hakkında önemli ipuçları sağlayacaktır. Bu durumda projenin karakteristiği ve alım opsiyonunun değerini belirleyen beş değişken arasında bir bağ kurulması gerekmektedir (Luehrman, 1998: 51).

**Tablo 4.** Yatırım Fırsatı ve Alım Opsiyonu Arasındaki Eşleştirme

Yatırım Fırsatı	Değişkenler	Alım Opsiyonu
Projenin şimdiki değeri	S	Hisse fiyatı
Yatırım maliyeti	X	Kullanım fiyatı
Zaman	T	Vade
Paranın zaman değeri	Rf	Risksiz getiri oranı
Projenin riski	$\sigma^2$	Hisse getirisinin varyansı

**Kaynak:** Luehrman (1998, 52)

Reel ve finansal opsiyonlar arasında benzerlikler bulunduğu gibi bazı farklılıklarda mevcuttur. Finansal alım opsiyonuna sahip bir kişi, iyi bir durumda opsiyonunu kullanabilir ve dayanak varlığa sahip olabilir. Reel opsiyonda ise dayanak varlık yatırım projesi olduğu için, aynı sektördeki başka bir rakibin opsiyonu kullanıma koyması bir başka deyişle yatırım projesini hayata geçirmesi, diğerinin opsiyonunu değersiz hale getirebilmektedir. Bu anlamda, reel opsiyonların sonuçları üzerinde rakiplerde önemli bir etkiye sahiptir. Finansal

opsiyonları piyasada satabilmek daha kolay iken, reel opsiyonların dayanak varlığı olan yatırım projelerinin fiyatlandırılması daha zor olmaktadır. Bu nedenle, piyasada fiyatlanması nedeniyle finansal opsiyonların parametrelerinin tahmini daha kolay iken, reel opsiyonların parametrelerinin tahmini tüm bir kesinlikle daha zor olmaktadır. Bununla birlikte, aynı sektörde yer alan diğer firmaların, patent veya ürün geliştirme şeklindeki dayanak varlığı ifade eden reel opsiyonları satın alabilmesi imkansız değildir (Bjarnadóttir, 2013: 30).

Black – Scholes yönteminin reel opsiyonların hesaplanmasına uygun olmadığına yönelik çeşitli görüşler mevcuttur. Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonların farklılaştığı alanlar olan; değişkenliğin finansal opsiyonların değerini artırmasının her zaman reel opsiyonlar için geçerli olmaması (teknolojik değişkenlik gibi) ve vadeye kalan sürenin uzamasının finansal opsiyonların değerini artırırken patent süresinin dolması ya da rekabetçi alternatiflerin varlığı gibi durumların reel opsiyonların değerini yükseltmemesi gibi konular, finansal opsiyonların değerini hesaplayan Black – Scholes formülünün reel opsiyonlarda kullanımını kısıtlamaktadır. Black – Scholes formülünde değişkenlik zaman içerisinde hem sabit hem de maliyetler ve gelir için aynı olarak dikkate alınırken, gerçek durumun buna uygun olmadığı ileri sürülmektedir. İkinci konu; Black – Scholes formülü Avrupa tipi alım opsiyonları için geliştirilmiş olduğu için vadesi bilinmektedir. (Brach, 2003: 50-51). Reel opsiyonların sürekli zamanlara göre çözümünde, bir çok projenin yer aldığı piyasanın etkin olmaması nedeniyle projenin riskine uygun mükemmel korelasyon sağlayabilecek pazar portföyü bulmanın zor olması nedeniyle bazı sıkıntılar yaşanabilmektedir (Brandao ve Dyer, 2003: 8). Bu çerçevede, modelin reel opsiyonlarda kullanım şeklinin sınırlarının belirlenmesi için 7 kriter bulunmaktadır. Bu varsayımlar şunlardır (Yıldırım, 2007: 84):

- Opsiyon, sadece süresi sonunda kullanılabilir (Avrupa tipi opsiyon modeli).
- Belirsizliğin sadece tek bir kaynağı vardır. Faiz sabit kabul edilir.
- Bileşik opsiyonlar için geçerli değildir.
- Varlığın temettü dağıtmadığı kabul edilir.
- Varlığın bugünkü piyasa değeri gözlemlenebilir niteliktedir.
- Varlığın zaman içindeki varyansı sabit kabul edilir.
- Kullanım fiyatı bilinir ve değişmediği varsayılır.

**Tablo 5.** Black-Scholes Modeli Girdileri İle Yatırım İlişkisi

Projenin serbest nakit akışlarının bugünkü değeri	S	Riskli varlığın değeri
Proje için gerekli yatırım harcamaları	X	Kullanım fiyatı
Kararın ertelenebileceği zamanın uzunluğu	T	Vade sonuna kadar kalan zaman
Paranın zaman değeri	$r_f$	Risksiz getiri oranı
Projenin söz konusu riski	$\sigma$	Riskli varlığın standart sapması

**Kaynak:** Yıldırım (2007, 87)

Reel opsiyon yaklaşımının ekonomik girdileri ve Black- Scholes opsiyon fiyatlama formülünün 6 adet ekonomik değişkeni arasında doğrudan bir paralellik bulunmaktadır (Schweih, 2016: 4):

**Tablo 6.** Finansal Opsiyon Fiyatlama Modeli ve Reel Opsiyon Modeli Karşılaştırması

Black- Scholes Opsiyon Fiyatlama Modelinin Ekonomik Girdileri	Reel Opsiyon Değerleme Analizinin Ekonomik Değişkenleri
Vade sonuna kadar kalan zaman	Vade sonuna kadar kalan zaman
Risksiz getiri oranı	Risksiz getiri oranı
Kullanım fiyatı	Sabit maliyetlerin şimdiki değeri
Varlık (hisse) fiyatı	Beklenen nakit akışlarının şimdiki değeri
Varlık (hisse) fiyat hareketlerindeki belirsizlik	Beklenen nakit akışlarındaki belirsizlik
Temettü	Karar sürecinde beklemeden kaynaklanan değer kaybı

**Kaynak:** Schweih (2016, 4)

Formüle yönelik temel eleştiriler, opsiyonun değerini etkileyen erken işleme konulma olasılığının ve temettü ödemelerinin dikkate alınmadığı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum formülde bazı düzeltmelerin yapılmasını gerektirmektedir. Formül Avrupa tipi opsiyonlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Amerikan tipi opsiyonların istenildiği zaman işleme konulabilme özelliği opsiyonun değerini artırmaktadır. Bu durumda erken işleme konulma olasılığını dikkate alan üç yaklaşım mevcuttur. Birincisinde formülde herhangi bir değişikliğe gidilmeksizin yapılan hesaplama en muhafakazar sonuç olarak kabul edilebilir. İkinci yaklaşım, potansiyel bütün kullanım günleri için opsiyon değerinin hesaplanmasıdır. Üçüncü yaklaşım ise, olası erken kullanım günleri için binom modelinin kullanılmasıdır (Damodaran, 2005: 17).

Formülün Avrupa tipi opsiyonlar için uygun olması nedeniyle, opsiyonun erken işleme konulması durumunda formülde uygun değişikliklerin yapılmasını gerekmektedir. Bu çerçevede, T vadeli bir opsiyonun t noktasındaki opsiyonun değerini ölçebilmemiz için formüle aşağıda yer verilen değişiklik eklenmiştir (Uzunlar ve Aktan, 2006: 48):

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-R_f(T-t)} N(d_2) \quad (6)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r_f + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (7)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (8)$$

Vade sorununun ortadan kaldırılması amacıyla ileri sürülen yöntemlerden bir diğeri ise Black yaklaşımıdır. 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 yatırımımızın ideal zamanlamasını ortaya koyacaktır. Bu yaklaşımı matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Özoğul, 2006: 82):

$$C_t = \max_{t=0, \dots, T} C_t \quad (9)$$

Diğer eleştiri konusu olan temettü ödemeleri hisse fiyatlarını düşürmektedir. Temettü ödemesinin mevcut olduğu durumlarda, alım opsiyonunun değeri düşerken, satım opsiyonlarının değeri artmaktadır. Bu durum için formülün düzeltilmesi gerekmektedir (Damodaran, 2005: 17). Model yatırımcıların risk yansız olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım opsiyonun fırsat maliyetinin dikkate alınması gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Fakat projenin değeri zaman geçtikçe değişkenlik gösterecek ve dolayısıyla opsiyonun sahip olduğu risk de dinamik olarak değişecektir. Bununla beraber literatürde çoğu yatırımcının riskten kaçınan bir yapıya sahip oldukları ve risk yansız değerlendirmenin piyasada işlem görmeyen yatırımların içerisinde barındırdığı opsiyonları, aslında olması gerektiğinden daha değerli kıldığı iddia edilmektedir. Bu durumda yöneticilerin, piyasadaki yatırımcılar tarafından paylaşılmayan, firmaya özel ya da sektöre özel riskler taşıyan yatırımların değerlemesi esnasında, opsiyon değerini yatırıma özel riski ifade edebilecek bir faktörle indirgemesi gerekmektedir. Benzer olarak bir opsiyonu bünyesinde barındıran yatırıma olan talep, arzı geçiyor ise, yatırımın getiri oranı benzer bir riske sahip olan yatırımdan talep edilen getiri oranının altına düşebilmektedir. Bu olay “getiri kıtlığı” olarak tanımlanmaktadır. Bu anlamda

Black - Scholes modelinin, yatırımcıların risk yansız olduğu varsayımına karşın, riskten kaçınan yatırımcıların üstlendikleri riske karşı ekstra bir getiri elde etme beklentilerinin, opsiyon değerini ne şekilde etkileyeceğini irdelemek amacıyla, getiri kısıtlılığı parametresi ( $\delta$ ) Black-Scholes denklemine dahil edilmiştir (Özoğul ve Ülengin, 2006: 20). Gecikmenin işletmeye olan maliyetinin hesaplanması ise;  $1/n$  formülüne göre yapılmaktadır. Örneğin; projenin 20 yıl olduğu dikkate alınır;  $\delta = 1/n$  formülünden,  $\delta$  değeri % beş ( $1/20$ ) olarak hesaplanmaktadır (Damodaran, 2005: 30).

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r_f - \delta + \sigma^2/2) T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (10)$$

$$C_0 = S_0 e^{-\delta t} N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2) \quad (\text{Alım Opsiyonu}) \quad (11)$$

$$P_0 = S_0 e^{-\delta t} (N(d_1) - 1) - X e^{-R_f T} (N(d_2) - 1) \quad (\text{Satım Opsiyonu}) \quad (12)$$

Formüle eklenen getiri kısıtlılığı parametresi ( $\delta$ ), yatırımın ertelenmesinden kaynaklanan fırsat maliyetini ifade etmektedir. Bir başka deyişle, parametre, erteleme süresinde rakiplere kapatılan pazar payı ve nakit akışlarının karşılığıdır. Yatırımın ertelenmesi ilk bakışta oldukça rasyonel gözükmesine rağmen, opsiyonun vadesinin uzaması rakiplerin pazar payının artmasına olanak sağlayabilmektedir. Getiri kısıtlılığı parametresinin değeri, rekabetin yoğunluğu, pazar yapısı ve talepte beklenen artışa göre değişmektedir. Tekelci bir firmanın beklemekten kaynaklanan fırsat maliyetinin sıfıra yakın olması nedeniyle opsiyonun değeri pozitifken, rekabetçi piyasalarda yer alan işletmelerin fırsat maliyeti oldukça yüksek olabilmektedir (Özoğul ve diğerleri, 2009: 97). Formüle getiri kısıtlılığı parametresinin eklenmesinin iki sonucu bulunmaktadır. Birincisi, yeni durumda varlığın değeri temettü ödemesinin mevcut olması halinde gerçekleşecek değer kaybını yansıtmaktadır. İkinci ise getiri kısıtlılığı parametresi aracılığıyla dengelenmiş faiz oranı, hissenin elde tutma maliyetini azaltmaktadır. Bir başka deyişle, net etki, alım opsiyonlarının değerinin düşmesi, satım opsiyonlarının değerinin yükselmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Damodaran, 2005: 17). Getiri kısıtlılığı parametresinin ölçümünde kullanılan yöntemlerden bir diğeri ise söz konusu parametreyi risksiz getiri oranına eşit bir biçimde dikkate almaktır (Kvælevag, 2009: 67).

Opsiyon fiyatlama ve risk yönetiminin en kritik kavramlarından olan değişkenlik, fiyat getirilerinin yıl bazında hesaplanan standart sapmasını ifade etmektedir.  $S_t$  kavramı  $t$  zamanındaki spot fiyatları ifade ederken, fiyat oranı ve fiyat oranlarının doğal logaritmasının alınması ile elde edilen fiyat getirilerinin formülü aşağıdaki gibidir (Rogers 2002, 66):

$$r_t = \frac{St}{St-1} - 1 \quad r_t = \ln\left(\frac{St}{St-1}\right) \quad (13)$$

Değişkenlik tahmini ise aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Formülde yer alan  $n$ , nakit akışlarının sayısını,  $X_{ortalama}$  ise,  $X$  değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir.

$$\text{Değişkenlik} = \sum_{i=1}^n (Xi - X_{ortalama})^2 = \quad (14)$$

Reel opsiyon analizlerinde yıl bazında hesaplanan değişkenlik kullanılmaktadır. Yıl bazında hesaplamalar fiyat verilerinin dağılımına bağlıdır. Eğer veriler çeyrek dönemlik ise faktör  $\sqrt{4}$ , aylık ise, faktör  $\sqrt{12}$ , haftalık ise  $\sqrt{52}$ , günlük ise  $\sqrt{365}$  olarak alınmalıdır. Veriler bir yıl içinde yalnızca işlem gören günlere ait ise faktör  $\sqrt{250}$  ve  $\sqrt{260}$  arasında değişmektedir (Rogers 2002, 68). Aylık nakit akışları kullanılarak hesaplanan değişkenliğin % 10 olduğu varsayılırsa, yıllıklandırılmış değişkenlik  $\%10 \sqrt{12} = \% 35$  olarak hesaplanmaktadır (Mun 2002, 202).

Reel opsiyon yaklaşımı, firmaların koşullara göre yatırımlarını ertelenebileceklerini, şartlar iyiye giderse yatırım yapabileceklerini, kötüye giderse yatırımdan vazgeçme opsiyonlarının olacağını ileri sürmektedir. Bundan dolayı beklemenin ekonomik bir değeri vardır. Geleneksel NBD yaklaşımı bu değeri göz ardı etmektedir. Bu yaklaşıma göre bir yatırım projesinin gerçek değeri, geleneksel NBD ile opsiyon değerinin toplamına eşittir. Bu nedenle yatırım kararlarının değerlendirilmesinde opsiyon yaklaşımı, belirsizliğin olduğu durumlarda, NBD yaklaşımına göre daha gerçekçi ve doğru sonuçlar vermektedir (Güven, 2013: 9).

Geleneksel İNA yöntemlerinde sonuç nihai NBD değerine göre şekillenmektedir. NBD, proje varlıklarının değeri ve maliyetleri arasındaki farkı yansıtmaktadır. NBD değerinin pozitif olması durumunda yatırımın gerçekleştirilmesine karar verilmektedir. Proje hakkındaki kararın daha fazla ertelenemeyeceği durumda, bir başka deyişle opsiyonun vadesinde, projenin opsiyon değeri ve NBD değeri aynı olmaktadır. NBD ve opsiyon değeri arasındaki ortak noktalar pratik anlamda büyük önem taşımaktadır. Reel opsiyonun değerini hesaplayabilmek bakımından gerekli olan değişkenlerden  $S$  ve  $X$  değerlerini, geleneksel NBD yönteminden elde etmek mümkündür. Geleneksel yöntemler ile reel opsiyonların ayrıldığı nokta ise, yatırım zamanının geciktirilebileceği (ertelenebileceği) durumlardır. Yatırımın ertelenebilmesi, değer konusunda iki kaynağı ortaya çıkartmaktadır. Öncelikle, her şeyin eşit olduğu bir durumda, yakın zaman yerine daha ileri bir tarihte ödeme yapılması, paranın zaman değeri nedeniyle bir kazanç ortaya çıkarmaktadır. İkinci konu ise, değişen koşullar





olmakla birlikte ölçümü oldukça zordur. Bu durumda değeri doğrudan ölçmek yerine belirsizliği ölçmek gerekmektedir. Belirsizliğin ölçümü ise ilgili olasılıkların belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bilindiği gibi varyans ( $\sigma^2$ ) belirsizliğin ölçümünde en çok kullanılan dağılımdır. Varyans bir değer in ortalamadan ne kadar uzak olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bakımdan yüksek varyansa sahip varlıklar, düşüklerden daha fazla risk içermektedir. Varyans her ne kadar belirsizliği ölçüyor olsa da, eksik olan nokta zaman boyutudur. Bir başka deyişle, opsiyonun işleme konulacağı zamanın kısalığı veya uzunluğu da büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, opsiyon değerlemede varyans kavramı birim zaman açısından ifade edilmektedir. Bu durumda toplam belirsizliğin, toplam varyans olarak da adlandırılan ( $\sigma^2 t$ ) olarak ölçülmesi gerekmektedir. Bu durumda iki yıl vadeli bir opsiyon, bir yıl vadeli benzer bir opsiyonun iki kez daha fazla toplam varyansına sahiptir. Opsiyonun değerini hesaplamadaki işlemleri basitleştirmek bakımından; proje değerinin varyansını kullanmak yerine proje getirilerinin varyansını kullanmak mümkündür. Bir başka deyişle gerçek rakamlar yerine yüzdelik rakamlarını kullanılması mümkündür. Getirilerin, gelecek değerden şimdiki değerin çıkartılarak elde edilen sonucun şimdiki değere bölünmesi ile elde edildiğini düşündüğümüz zaman, herhangi bir kayıp bilginin olmadığı görülecektir. İkinci kolaylık ise varyans yerine onun karekökü olan standart sapmanın kullanılması ile elde edilmektedir. Tüm bu basitleştirmelerin ardından değişen NBDq değeri, beş değişken yerine iki değişken ile ölçülebilecektir (Luehrman, 1998: 53-54).

**Tablo 8.** Yatırım Matrisinin Black –Scholes Modeline Dönüşümü

Yatırım Fırsatı	Alım Opsiyonu	Değişkenler	Opsiyon Değer Matrisi
Projenin şimdiki değeri	Hisse fiyatı	S	NBDq
Yatırım maliyeti	Kullanım fiyatı	X	
Zaman	Vade	T	
Paranın zaman değeri	Risksiz getiri oranı	$r_f$	
Projenin riski	Hisse getirisinin varyansı	$\sigma^2$	$\sigma \sqrt{t}$

**Kaynak:** Luehrman (1998, 52)

Proje değerlerinin ( $S$ ) artışı, NBDq değerinin artmasına neden olurken, yatırım maliyetlerinin ( $X$ ) artışı ise NBDq değerini düşürmektedir. Bu durumda NBDq,  $X$ 'in şimdiki değerinin düşük olduğu zamanlarda yüksek değere ulaşmaktadır. Faiz oranlarının yükselmesi ( $r_f$ ) ya da vadeye kalan sürenin ( $t$ ) uzaması  $X$ 'in şimdiki değerini düşürmektedir. Bu durumda  $\sigma \sqrt{t}$  değerinin yükselmesi, opsiyon değerini de artırmaktadır.  $\sigma \sqrt{t}$  değerini ise projenin gelecek değeri hakkındaki belirsizliğin yüksek olması ve karar verme aşamasının ertelenebilmesi bakımından elimizde olan sürenin uzunluğu artırmaktadır (Luehrman, 1998: 54).

## 5. UYGULAMA

Enerji sektörü 1970'lerden günümüze önemli değişimler yaşamıştır. Söz konusu değişimler özellikle önemli derecedeki teknolojik değişimler ve regülasyonlardan kaynaklanmaktadır. Genel olarak sektör, tekelci ve yüksek derecede regülasyona tabi olma durumundan, yüksek belirsizliğe sahip hayli rekabetin yaşandığı ve düzenlemelerin kaldırıldığı bir ortama dönüşmüştür. Bu durum NBD gibi geleneksel yöntemler ile yapılan değerlemelerin yanlış sonuçlar vermesine yol açmaktadır (Sorsimo, 2015: 12). Bu bölümde, SP-3 adlı petrol kuyusunun reel opsiyon analizi çerçevesinde değerlemesine yer verilecektir. Petrol ve doğalgaz sektörüne yönelik yatırım projelerinde; fiyat, rezerv miktarı, rezervlerin yapısı gibi çok sayıda belirsizlik bulunmaktadır. Söz konusu belirsizlikler, riski artırmakla birlikte, projelerin reel opsiyonların kullanımına uygun hale gelmesine de olanak sağlamaktadır. Reel opsiyon yaklaşımı uygulandığında, petrol ve doğalgaz arama ve geliştirme yatırımları hisse senedi üzerine yazılmış alım veya satım opsiyonlarına benzer şekilde algılanmakta ve finansal opsiyonları değerlendirme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmektedir.

**Tablo 9.** Yatırım Projelerinin Reel Opsiyona Dönüştürülmesi

Opsiyon terminolojisi	Finansal Opsiyonlar	Reel Opsiyonlar	Petrol (Doğalgaz) Projeleri
Dayanak varlığın değeri	Hisse fiyatı	Beklenen nakit akışlarının bugünkü değeri	Geliştirilmiş rezervlerin değeri <sup>2</sup>
Kullanım fiyatı	Kullanım fiyatı	Yatırım maliyetinin bugünkü değeri	Geliştirme maliyetinin değeri
Vade	Vade	Projenin süresi	Lisans süresi
Değişkenlik	Hisse fiyatının değişkenliği	Proje değerinin değişkenliği	Geliştirilmiş rezerv değerinin değişkenliği
Risksiz faiz oranı	Risksiz faiz oranı	Risksiz faiz oranı	Risksiz faiz oranı
Temettü	Temettü	Getiri kısıtlığı parametresi	Getiri kısıtlığı parametresi

**Kaynak:** Kvalevang (2009, 46), Paddock vd (1998, 488)

<sup>2</sup> Analizlerde genellikle, geliştirilmemiş rezervlerin geliştirme aşamasına geçişte herhangi bir zaman aralığı bulunmadığı varsayılmaktadır. Bununla birlikte iki aşama arasında geçen sürenin, değerden indirgenmesi gerekmektedir (Paddock ve diğerleri 1998, 492).

Proje değerlemede esas olarak; temel senaryonun oluşturulması ve söz konusu temel senaryo çerçevesinde duyarlılık analizinin yapılması<sup>3</sup>, ve Monte Carlo simülasyon yöntemi<sup>4</sup> ile NBD hesaplaması yapılacaktır. Reel opsiyon analizi için gerekli olan parametrelerin en önemlilerinden olan değişkenlik (volatility) ise yine Monte Carlo yöntemi ile hesaplanmış ve devamında, Black - Scholes yöntemi ile projemizin ek değerini ortaya koyan genişletilmiş NBD'si bulunmuştur. Hesaplamalar Microsoft Excel üzerine yazılan modüller ile gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte Monte Carlo simülasyon yöntemi için hazırlanan makroların çalıştırılması için, geliştirilen programlardan faydalanılmıştır. Uygulamada dikkate alınan risksiz faiz oranı sabit olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, dönemler itibari ile risksiz faiz oranının değişmesi söz konusu ise, bu durumun hesaplamalarda dikkate alınması gerekmektedir. Bu çerçevede, analizimizde izlenen adımları dört başlık altında sıralamak mümkündür.

- Temel senaryonun oluşturulması ve esneklik olmaksızın NBD'nin belirlenmesi (geleneksel statik NBD değerlemesi)
- Belirsizliklerin ortaya konulması
- Reel opsiyon parametrelerinin belirlenmesi
- Reel opsiyon değerlemesinin yerine getirilmesi

---

<sup>3</sup> Duyarlılık analizi, NBD'nin diğer değişkenler sabitken, temel değişkenlerde meydana gelen değişmeden ne kadar etkilenebileceğini ölçen risk analiz tekniğidir. Analiz, her bir değişkenin beklenen değer kullanılarak geliştirilen temel durumun tespiti ile başlamaktadır. Analizin devamında ise, eğer satış miktarı değişirse, satış fiyatı değişirse, maliyetler değişirse NBD değerinin alacağı yeni durum ayrı ayrı cevaplanmaktadır. Analizde, her bir değişken, diğer değişkenler sabitken, beklenen değerlerden belirli oranlarda aşağı ve yukarı oranlarda değiştirilerek, yeni NBD tespit edilmektedir. Bulunan değerler ile oluşturulan grafiğin eğimi, NBD'nin söz konusu değişkene ne kadar duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır (Brigham, 1995: 394). Duyarlılık analizi ile hangi proje bileşenlerinin proje başarısı üzerinde daha büyük etkisi olduğunu belirledikten sonra; proje değerlemesi aşamasında bu önemli değişkenler dikkate alınarak proje tasarlanması ve yönetilmesi aşamasında, çok sayıda değişken kullanmanın neden olabileceği bazı sorunların azaltılmasına ve bazı faydalar elde edilmesine olanak sağlanmaktadır (Sayılıan, 2008: 328).

<sup>4</sup> Monte Carlo simülasyon yöntemi, olası gelecek olayların bilgisayar yardımı ile simüle edilerek, getiri ve risklerin tahmin edilmesini sağlayan bir risk analiz tekniğidir. Analizde bilgisayar yardımı ile her bir değişkene rastgele değerler verilerek, NBD değerleri defalarca tekrarlanan hesaplamalar ile elde edilmektedir. Elde edilen NBD değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplanarak, beklenen getiri ve değişim katsayı değerleri yoluyla projenin riski elde edilmektedir (Brigham, 1995: 395). Simülasyon analizi yapılırken, öncelikle her değişkenin olasılık dağılımı belirlenmektedir. Örneğin yeni bir ürün üretiminde bu değişkenler başlangıç yatırımı, pazar büyüklüğü, pazarın büyüme hızı, fiyat, pazar payı, değişken maliyetler, sabit maliyetler, ekonomik ömür ve hurda değeri olabilmektedir. Başlangıç yatırımı ve üretim maliyetlerinin olasılık dağılımları fiyat ve pazar payının olasılık dağılımlarından daha kesin olarak belirlenebilmektedir. İkinci aşamada, bilgisayara projenin nakit akışları ile değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklemler tanımlanarak, her değişken için olasılık dağılımı temsil eden tesadüfi sayı aralıkları atanmaktadır. Sonraki aşamada bilgisayar rastgele rakamları seçerek karşılık gelen değişkenlerin değerleri için nakit akışlarını hesaplamaktadır. Rastgele çekilen değerler için hesaplanan nakit akışları dikkate alınarak projenin NBD'leri hesaplanmaktadır. Bu işlem anlamlı bir NBD olasılık dağılımı oluşturulmak üzere yaklaşık binlerce kez yinelenmektedir. Bu sayede birden çok değişken için projenin beklenen değerinin olasılık dağılımı daha objektif bir biçimde gözlemlenebilmektedir (Ergün, 2008: 133-134).

SP-3 olarak numaralandırılan kuyunun yerinde petrol miktarı 2,5 milyon varil, üretilebilir toplam petrol miktarı ise 320 bin varil olarak tahmin edilmektedir. Kuyunun başlangıç üretim debisinin günlük 70 varil olacağı ancak izleyen dönemde debideki azalmanın çevre kuyulardaki üretim düşüş eğilimine paralel olarak gerçekleşeceği varsayılmaktadır. Petrolün rafineri için satış fiyatı başlangıç yılı olarak varil başına 85 Amerikan Doları olarak kabul edilmiştir. Varil başına işletme giderlerinin 16,5 ve taşıma giderlerinin 0,02 Amerikan Doları olacağı varsayılmaktadır. Projede yer alan kalemlerin değerleri tarafımızca oluşturulmuştur. Plato üretim süresi bir yıl, toplam üretim süresi, lisansa bağlı olarak, yirmi yıl olarak hesaplanmaktadır. Yıllık üretim azalımı ise 0,05 olarak tahmin edilmektedir. Projeye ilişkin varsayımlar aşağıdaki gibidir:

**Tablo 10.** SP3- kuyusu proje değerlendirme bileşenleri

Yatırım maliyeti (\$)	12.000.000	Kurumlar vergisi (KV)	1.000.000
Enflasyon (yıllık)	0,05	Borç/sermaye	0,2
Fiyat artışı (yıllık)	0,01	AOSM (%)	0
Maliyet artışı (yıllık)	0,02	Risksiz faiz oranı (20 yıllık)	0,155
İlk çalışma sermayesi (\$)	1.000.000	Lisans süresi (yıl)	0,05
Banka faiz oranı (yıllık)	0,07	Başlangıç fiyatı (varil/\$)	20
Devlet hissesi (%)	0,125	İşletme gideri (varil/\$)	85
Beklenen getiri oranı (yıllık)	0,10	Taşıma gideri (varil/\$)	16,5
Üretilebilir rezerv miktarı (varil)	321.000	Amortisman/tükenme payı (%)	0,02
Hurda değer (\$)			0,20

Yukarıda yer verilen varsayımlar çerçevesinde elde edilen satış geliri, maliyetler ve vergi sonrası kar rakamları Tablo 11’de yer almaktadır. 20. yıl için hurda değer 1000’dir

**Tablo 11.** SP-3 kuyusu için V.S.K. analizi

Yıl	Fiyat (\$)	Üretim Miktarı (000)	Satış Geliri (000)	Devlet Hissesi	İşletme Maliyeti	Taşıma Maliyeti	Amor.	V.Ö.K	K.V.	V.S.K
0										
1	90	26	2341	293	463	0,55	2400	-815	0	-815
2	96	24	2334	292	466	0,55	2400	-825	0	-825
3	101	23	2332	291	470	0,55	2400	-830	0	-830
4	108	22	2365	296	482	0,56	2400	-813	0	-813
5	114	21	2394	299	492	0,56	2400	-798	0	-798
6	121	19	2297	287	477	0,54		-867	0	-867
7	128	18	2308	289	484	0,54		1535	307	1228
8	136	17	2312	289	490	0,54		1533	77	1456
9	144	17	2452	306	524	0,58		1620	324	1296
10	153	16	2447	306	529	0,58		1612	322	1290
11	162	15	2433	304	531	0,57		1597	319	1278
12	172	14	2408	301	531	0,57		1576	315	1261
13	182	13	2371	296	528	0,56		1547	309	1237
14	193	13	2515	314	565	0,59		1635	327	1308
15	205	12	2462	308	559	0,58		1595	319	1276
16	218	11	2393	299	549	0,56		1545	309	1236
17	231	11	2538	317	587	0,60		1633	327	1306
18	245	10	2447	306	572	0,58		1568	314	1255
19	259	10	2595	324	613	0,61		1657	331	1326
20	275	9	2477	310	590	0,58		2576	515	2061

**Tablo 12.** SP-3 Kuyusu İçin Temel Senaryo: NBD Hesaplaması

Yıl	V.S.K	Amor.	İlk Çalışma Sermayesi	NNA	BDF (AOSM-0,155)	Yatırım Maliyeti (Capex)	BDF (Rf-0,05)	NBD	Toplam NBD
0	0	0	-1000	-1000	1	-12000	1	-13000	-13000
1	-815	2400		1585	0,8658		0,9524	1372	-11628
2	-825	2400		1575	0,7496		0,907	1181	-10447
3	-830	2400		1570	0,6490		0,8638	1019	-9428
4	-813	2400		1587	0,5619		0,8227	892	-8536
5	-798	2400		1602	0,4865		0,7835	779	-7757
6	-867	0		-867	0,4212		0,7462	-365	-8122
7	1228	0		1228	0,3647		0,7107	448	-7674
8	1456	0		1456	0,3158		0,6768	460	-7215
9	1296	0		1296	0,2734		0,6446	354	-6860
10	1290	0		1290	0,2367		0,6139	305	-6555
11	1278	0		1278	0,2049		0,5847	262	-6293
12	1261	0		1261	0,1774		0,5568	224	-6069
13	1237	0		1237	0,1536		0,5303	190	-5879
14	1308	0		1308	0,1330		0,5051	174	-5705
15	1276	0		1276	0,1152		0,481	147	-5558
16	1236	0		1236	0,0997		0,4581	123	-5435
17	1306	0		1306	0,0863		0,4363	113	-5322
18	1255	0		1255	0,0747		0,4155	94	-5229
19	1326	0		1326	0,0647		0,3957	86	-5143
20	2061	0	2653	4714	0,0560		0,3769	264	-4879
				27518				-4879	

NBD hesaplaması için nakit akışlarının bugünkü değerlerinin toplanmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Tablo 8'den görüldüğü üzere, projenin geleneksel yöntemler ile yapılan hesaplamasında NBD -4.879.000 Amerikan Doları olarak hesaplanmıştır. Bu durumda projenin reddedilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte projemizin çeşitli esneklikleri içerisinde barındırması nedeniyle reel opsiyon analizine göre yapılacak değerlendirmelerde durumun farklılaşabileceği tahmin edilmektedir. Reel opsiyon analizi öncesinde projeye ilişkin du-

yarlılık analizleri yerine getirilmiştir. Tablo 13’de yer alan duyarlılık analizinden görüldüğü üzere, düşük, yüksek ve temel senaryolarımız bakımından NBD değeri üzerinde en etkili değişkenler olarak, fiyat, yatırım maliyeti, fiyat artışı, AOSM, yıllık enflasyon ve üretilebilir rezerv miktarı başta gelmektedir.

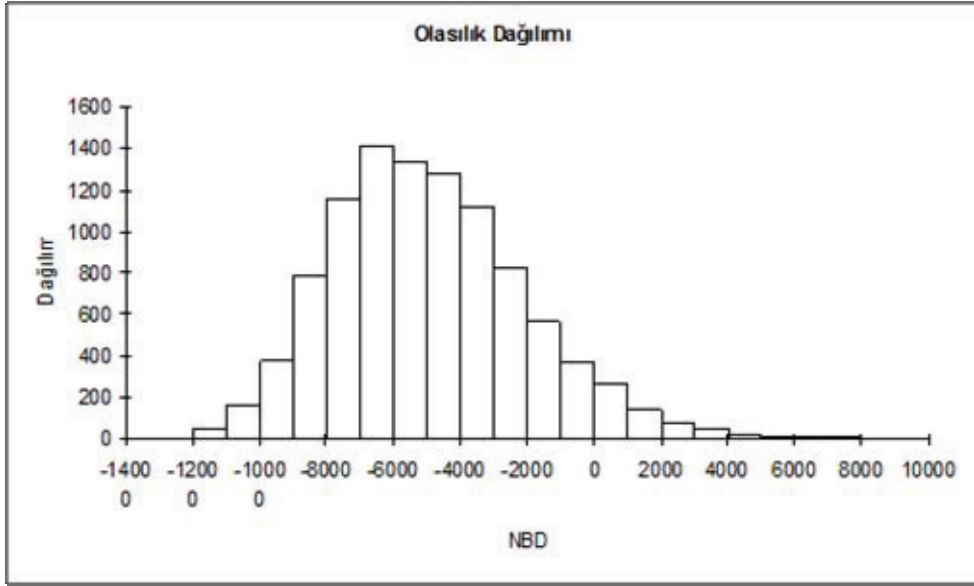
**Tablo 13.** SP-3 Kuyusu İçin Duyarlılık Analizi

	Girdi Değişkenlerin Değeri			NBD			Değişim %	
	Düşük senaryo	Temel senaryo	Yüksek senaryo	Düşük	Temel	Yüksek		
Fiyat (\$/varil)	75	85	110	-6258	-4879	-1430	4829	43,1%
Yatırım maliyeti (\$ bin)	14000	12000	10000	-7047	-4879	-2710	4337	34,8%
Fiyat artışı (yıllık)	0,005	0,01	0,035	-5216	-4879	-2954	2262	9,5%
Enflasyon (yıllık)	0,04	0,05	0,07	-5385	-4879	-3724	1661	5,1%
AOSM (%)	0,17	0,155	0,14	-5485	-4879	-4172	1313	3,2%
T. Ü. rezerv (bin varil)	250	321	400	-5444	-4879	-4250	1193	2,6%
İşletme maliyeti	19	16,64	15	-5274	-4879	-4604	669	0,8%
Maliyet artışı (yıllık)	0,04	0,02	0,015	-5250	-4879	-4796	454	0,4%
İlk çalışma sermayesi (\$ bin)	1200	1000	800	-5049	-4879	-4709	341	0,2%
Kurumlar vergisi (yıllık)	0,25	0,2	0,15	-5044	-4879	-4714	329	0,2%
Risksiz faiz oranı (20 yıllık)	0,45	0,05	0,08	-5072	-4879	-4893	179	0,1%
Devlet hissesi (%)	0,13	0,125	0,12	-4946	-4879	-4812	134	0,0%
Hurda değer (\$ bin)	800	1000	1100	-4888	-4879	-4874	13	0,0%
Banka faiz oranı (yıllık)	0,06	0,07	0,09	-4879	-4879	-4879	0	0,0%
Beklenen getiri oranı (%)	0,09	0,1	0,12	-4879	-4879	-4879	0	0,0%
Borç/sermaye	0	0	0	-4879	-4879	-4879	0	0,0%



Projemize ait NBD, Monte Carlo simülasyon yöntemi ile yeniden hesaplanmıştır<sup>5</sup>. Söz konusu analizde, değişkenlerimizin olasılık dağılımları çerçevesinde program tarafından atacak rassal sayılar ile 10.000 defa yapılan simülasyonun sonuçlarına aşağıda yer verilmektedir. Analizimizde yer alan değişkenlerden fiyatın ve rezervlerin lognormal, yatırım maliyetinin ve değişken maliyetlerin üçgen dağıldığı varsayılmıştır<sup>6</sup>.

**Şekil 1.** SP-3 Kuyusu İçin Olasılık Dağılımı



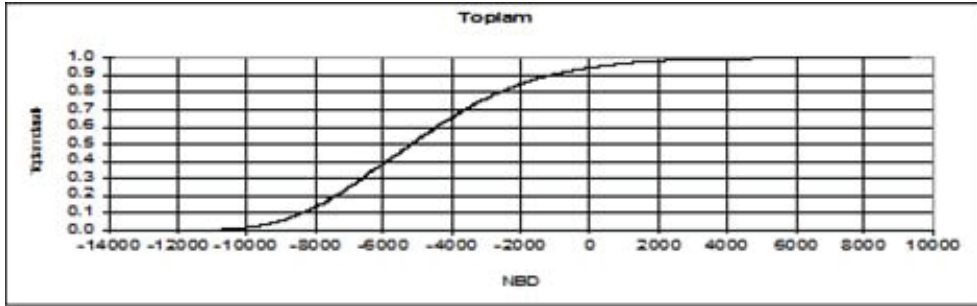
<sup>5</sup> Monte Carlo simülasyon yönteminde hesaplamalar genellikle şu şekilde yapılmaktadır:

1. Öncelikle duyarlılık analizi sonucu belirlenen kritik değişkenlerin olasılık dağılımları belirlenmektedir.
2. İkinci aşamada belirlenen olasılık dağılımlarından rassal değerler üretmek için, dağılımların kümülatif olasılıklarına dayalı olarak, dağılımların rassal sayı aralıkları belirlenmektedir. Olasılıkların üç basamaklı olması durumunda, rassal sayı aralıklarının da üç basamaklı olması gerekmektedir.
3. Üçüncü aşamada, kritik değişkenleri açık bir biçimde içeren proje değerlendirme formülü (örneğin NBD) yazılmaktadır.
4. Dördüncü aşamada, rassal bir sayı alınarak kritik değerlerin olasılık dağılımlarından rassal sayı aralığına göre kritik değişken için bir rassal değer üretilmektedir.
5. Beşinci aşamada, bir önceki aşamadaki işlemler istenilen sayıda tekrarlanmaktadır. Her bir tekrar sonucunda bir NBD hesaplanacaktır.
6. Bulunan NBD'ler için bir olasılık dağılımı ve buna dayalı olarak da nisbi olasılıklar hesaplanmaktadır.
7. NBD dağılımının belirlenmesi ardından, beklenen NBD, standart sapma ve değişim katsayısı hesaplanarak, projenin kendi başına riskliliği ya da diğer projelere göre riskliliği değerlendirilerek karar verilmektedir.

<sup>6</sup> Kullanılan dağılım tipinin seçiminin sonuç dağılımlarının önemli ölçüde etkilemesi nedeniyle dağılımların elde var olan verilere uygunluğunun kontrolü büyük önem taşımaktadır.

Yukarıda yer verilen Şekil 2’den görüldüğü üzere projenin olasılık dağılımının çarpık olduğunu söylemek mümkündür. Şekil 2’de yer verilen toplam olasılıklardan görüldüğü üzere, projemiz %95 olasılık ile negatif bir değer ile sonuçlanmaktadır. Bu durumun daha detaylı bir biçimde gösterimi ise aşağıdaki gibidir:

Şekil 2. SP-3 Kuyusu İçin Toplam Olasılık Dağılımı



Tablo 10’den görüldüğü üzere, projenin pozitif olarak gerçekleşme olasılığı ancak %5 olarak tahmin edilmektedir.

Tablo 14. SP-3 Kuyusu İçin Toplam Olasılık Dağılımı

Oran	0 %	20%	40%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
NBD	-12775	-7412	-5953	-4460	-4055	-3647	-3187	-2642	-2008	-1142	235	9330

Projenin NBD’si için yapılan Monte Carlo simülasyon yönteminin sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo 15. SP-3 Kuyusu İçin Monte Carlo Simülasyon Yöntemi Sonuçları

Ortalama	-4950
Standart sapma	2881
Ortalama standart hata	29
Minimum	-12775
İlk çeyrek	-7012
Medyan	-5190
Üç çeyrek	-3187
Maksimum	9330
Çarpıklık	0,5462

Duyarlık analizi ile belirlenen en önemli değişkenlerin olasılık dağılımları çerçevesinde rassal olarak atanan değerler ile yapılan 10.000 deneme sonrasında ortaya çıkan sonuçlara göre, projenin NBD’si -4.950.000 olarak hesaplanmıştır. Hatırlanacağı üzere, geleneksel

İNA yöntemine göre bulunan NBD -4.879.000 olarak hesaplanmıştır. Monte Carlo simülasyon yöntemi uygulanarak yapılan analizde, proje NBD'sinin standart sapması ise 2.881 olarak hesaplanmıştır.

Reel opsiyon analizimizin ilk adımında, temel senaryo oluşturularak çeşitli yöntemler altında projenin NBD'si hesaplanmıştır. İkinci adım olarak proje belirsizliklerinin saptanması gerekmektedir. Proje ilgili olarak, 3 adet temel belirsizlik kaynağından söz edilmesi mümkündür:

- Petrolün varil fiyatı (zaman boyunca kendisi ile otokorelasyon göstermektedir)
- Üretim miktarı (fiyat ile pozitif korelasyona sahiptir)
- Birim başına değişken maliyet (miktar ile pozitif korelasyona sahiptir)

Monte Carlo simülasyon yöntemi, çeşitli belirsizliklerin, proje getirilerinin dağılımı olarak tek bir belirsizlik altında birleştirilmesine (konsolide yaklaşım) olanak sağlamaktadır. Copeland ve Antikarov (2003) takip edilerek yapılacak analizde, yalnızca rassal belirsizlik örneklerine ihtiyaç duyulmakta olup, söz konusu belirsizliklerin değer üzerindeki birleşik etkisi ve değerdeki oransal değişimin değişkenliği tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen değişkenlik (*volatility*), reel opsiyon analizinde kullanılmaktadır. Süreç, fiyat ve miktar gibi rassal belirsizliklerin otokorelasyona ya da çarpaz korelasyona sahip olmalarından (olma ihtimallerinden) bağımsız olarak işlemektedir. Bir başka değişle söz konusu etkiler, yöntem (program) tarafından otomatik olarak elimine edilmektedir. Bununla birlikte değişkenler için verilecek güven aralıkları (kullanıcının fiyatın alabileceği değerleri belirli güven aralığı ile sınırlaması gibi), sonucu etkileyebilmektedir. Copeland ve Antikarov'un yukarıda yer verilen konsolide yaklaşımı (*consolidated approach*), Samuelson'un<sup>7</sup> teorisine dayanmaktadır. Buna göre, çeşitli ve korele belirsizlik kaynaklarının tek bir çatı altında birleştirilmesi mümkündür. Samuelson, *futures* sözleşmelerin beklenen fiyatlarının zaman içerisinde değişmediğini ispatlamıştır. Reel opsiyon analizi bakımından önemli olan nokta, *futures* sözleşmelerin fiyatının zaman içerisinde değişmediğinin ispatının ortaya konulması durumunda, proje değerinin *T futures* kontratın toplamına eşit olmasıdır. Bu anlamda temettülerin değere eklenilmesi ile, projenin değeri, rassal bir yürüyüş sergileyecektir (Copeland ve Antikarov, 2003: 222 - 226).

<sup>7</sup> 1965 yılında verilen ilk ekonomi Nobel ödülü sahibi Paul Samuelson'un teoremi, herhangi bir menkul kıymetin getiri oranının, beklenen nakit akışlarının örneklerinden bağımsız olarak rassal yürüyüşü (*random walk*) takip ettiğini ortaya koymaktadır. Teoriye göre, beklenen nakit akışlarına yönelik her türlü bilgi hissenin mevcut fiyatına yansımış durumdadır. Bu durumda beklenen getiriden meydana gelecek sapmalar rastlantusaldır.

Monte Carlo simülasyon yöntemi, tarihsel veya subjektif yaklaşımlar ile belirlenen verileri kullanarak; fiyat, miktar, değişken maliyet gibi çeşitli belirsizliklere ait tek bir değişkenlik sonucuna ulaşabilmesi nedeniyle konsolide yaklaşım özelliği göstermektedir. Bu anlamda yöntem, çeşitli belirsizlikleri teke indirgeyerek, projenin NBD'sini ve standart sapmayı tahmin etmeye yönelik olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Monte Carlo simülasyon yöntemi ile elde edilen çıktının ortalama ve standart sapması projeye aitken, reel opsiyon analizinde ise nakit akışlarının (getiri oranının) değişkenliğinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, yöntemin kullanılması için oluşturulan veri setinde yer alan değerlerin bazılarının dönüştürülmesine ihtiyaç vardır. Söz konusu dönüşüme yönelik formüller aşağıdaki gibidir:

$$BD = BD_0 e^{r \cdot t} \quad (15)$$

$$\ln \frac{BD_t}{BD_0} = r \cdot t \quad (16)$$

$t=1$  için, yukarıda yer verilen basit dönüşüm formülü, Monte Carlo programında yer alan rassal ardışık bugünkü değer tahminleri ve getiri oranının standart sapması arasındaki dönüşüme yardımcı olmaktadır (Copeland ve Antikarov, 2003: 246).

Bu çerçevede daha önce projenin NBD ve standart sapmasının hesaplandığı Monte Carlo yöntemi ile, yukarıda açıklandığı üzere, belirsizliklerin tek çatı altında toplanması yoluyla reel opsiyon analizinde kullanılacak değişkenlik (*volatility*) parametresi elde edilecektir. Söz konusu değişkenlik parametresi daha önce elde edilen proje NBD'sinin değişkenliğinden farklı olarak, proje nakit akışlarının değişkenliğini ifade etmektedir.

Değişkenlik tahmini bakımından öncelikle, dağılımı Monte Carlo simülasyon yöntemi ile simüle edilen tahmin değişkeninin tanımlanması gerekmektedir. Bir önceki adımda tahmin değişkeni NBD iken, nakit akışlarının değişkenliğinin Monte Carlo yöntemi ile hesaplanmasında tahmin değişkeni olarak  $z$  parametresinin tanımlanması gerekmektedir. Söz konusu parametreyi, projenin değerinde, bir dönemden diğer döneme, oransal olarak meydana gelen değişimin standart sapması olarak ifade etmek mümkündür.  $Z$  parametresine yönelik formül aşağıdaki gibidir (Copeland ve Antikarov, 2003: 249):

$$z = \ln \left( \frac{BD_1 + NNA_1}{BD_0} \right) \quad (17)$$

$$BD_1 = \sum_{t=2}^n \frac{NNA_1}{(1 + AOSM)^{t-1}} \quad (18)$$

Excel tablosunda yaratılan z parametresinin, Monte Carlo simülasyon yönteminde tanımlanması ile elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmektedir. Söz konusu analizde, değişkenlerimizin olasılık dağılımları çerçevesinde program tarafından atanacak rassal sayılar ile 10.000 defa yapılan simülasyonun sonuçları yer almaktadır. Analizimizde yer alan değişkenlerden fiyatın ve rezervlerin lognormal, değişken maliyetlerin üçgen dağıldığı varsayılmıştır.

**Tablo 16.** SP-3 Kuyusu İçin Nakit Akışlarının Değişkenliğinin Ölçümü

Ortalama	-0,376545287
Standart sapma	0,363708729
Ortalama standart hata	0,003637087
Minimum	-2,287412681
İlk çeyrek	-0,602212765
Medyan	-0,353945464
Üç çeyrek	-0,12463752
Maksimum	0,999431836
Çarpıklık	-0,4274

Bu çerçevede reel opsiyon analizinde kullanılacak değişkenlik parametresi, Monte Carlo simülasyon yöntemi ile %36 olarak hesaplanmıştır. Bundan sonraki adım ise, değişkenlerin yerine konması ile opsiyonun değerinin hesaplanmasıdır. Analizimizde Black-Scholes yöntemi kullanılacaktır.

**Tablo 17.** SP-3 Kuyusu İçin Black-Scholes Girdi Parametreleri

Girdi parametreleri	
Rf	5%
S	8121
X	13000
T	20
$\sigma$	0,36

Değerlemeye konu yatırım projesini alım opsiyonu olarak düşünmek mümkündür. Black-Scholes modeli Avrupa tipi alım opsiyonları için geliştirilmiş olduğundan, opsiyonun ancak

vadesinde işlem görebileceği varsayılmaktadır. Bu anlamda modelin vadesi 20 yıl olarak kabul edilmiştir. Değerler ABD Doları cinsinden ifade edilmiştir.

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

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

Formülde yer alan; S, 8121; X, 13.000; t, 20; Rf, 0,05 ve  $\sigma$  ise 0,36 olarak yerine konulacaktır.

$$d_1 = \frac{\ln(8121 / 13000) + (0,05 + 0,36^2 / 2) 20}{0,36 \sqrt{20}}$$

$$d_1 = 1,134$$

$$d_2 = 1,134 - 0,36 \sqrt{20}$$

$$d_2 = -0,4761$$

$d_1$  ve  $d_2$  parametrelerinin kümülatif normal standart dağılım değerleri ise  $N(d_1) = 0,8716$  ve  $N(d_2) = 0,317$  olarak bulunmuştur. Bu durumda opsiyonun değeri ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} C_0 &= S_0 N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2) \\ &= 8.121 * 0,8716 - 13.000 * e^{0,05 * 20} * 0,317 \\ &= 5.562.024 \end{aligned}$$

Bu durumda, geleneksel yöntemler ile yapılan hesaplamalarda reddedilmesi gereken yatırım projesinin, opsiyona dönüştürülmesi durumunda gerçekleştirilebilir olduğu görülmektedir. Reel opsiyon analizi, değişkenlerin olasılık dağılımını dikkate alması nedeniyle dinamik bir hesaplama olarak karşımıza çıkmaktadır.

$$\text{GNBD} = \text{Statik NBD} + \text{Opsiyon değeri}$$

$$\text{GNBD} = (- 4.879.000 \text{ ABD Doları}) + 5.562.024 \text{ ABD Doları}$$

$$\text{GNBD} = 683.024 \text{ ABD Doları}$$

Görüldüğü üzere Black-Scholes reel opsiyon modeli ile yapılan hesaplamalarda projemizin değeri, İNA yönteminden farklı olarak pozitif olarak gerçekleşmiştir. Bir başka deyişle, yatırım projesinin 20 yıl vadeli bir opsiyona dönüştürülmesi durumunda değerini pozitif olarak dönüştürdüğü görülmektedir.

Petrol sondaj yatırım projeleri, içinde barındırdığı esneklikler nedeniyle çeşitli opsiyonlara açıktır. Aşağıda projenin vadesinin uzaması, projenin ertelenebilmesi, projenin genişlemesi veya terk (devir) edilebilmesi gibi opsiyonların hesaplamalarına ayrı ayrı olacak şekilde yer verilmiştir.

Doğal varlık yatırımlarında projenin vadesi genellikle opsiyon sahibinin ilgili doğal kaynak üzerinde sahip olduğu hakkın süresi kadar olmaktadır. Bununla birlikte hak süresinin uzaması, projenin değerini olumlu yönde değiştirecektir. Bir başka deyişle, statik bir değerleme, şu anda verilecek yatırım yapma ya da yapmama kararı, projenin vadesinin uzaması ile değişebilecektir. Vadede yaşanan değişimin proje değerindeki etkisini görebilmek amacıyla, ilgili doğal kaynağın lisans süresi 30 yıl olarak kabul edilmiştir.

Formülde yer alan değişkenlerin değerleri bu durumda; S, 8121; X, 13.000; t, 20; Rf, 0,05 ve  $\sigma$  ise 0,36 olacaktır.

$$d_1 = \frac{\ln(8121/13000) + (0,05 + 0,36^2/2) 30}{0,36\sqrt{30}}$$

$$d_1 = 1,134$$

$$d_2 = -0,4761$$

$d_1$  ve  $d_2$  parametrelerinin kümülatif normal standart dağılım değerleri ise  $N(d_1) = 0,9342$  ve  $N(d_2) = 0,3214$  olarak bulunmuştur. Bu durumda opsiyonun değeri ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} C_0 &= S_0 N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2) \\ &= 8.121 * 0,9342 - 13.000 * e^{0,05 * 30} * 0,3214 \\ &= 6.654.555 \end{aligned}$$

Görüldüğü üzere opsiyon vadesinin uzaması, opsiyon değerini olumlu bir biçimde değiştirmektedir. Bu durumu önümüzdeki yıllar bakımından fiyatta ve/veya rezervde (nakit akışlarında) yaşanacak olumlu değişimlerin değerlendirilmesine olanak sağlanması ile açıklamak mümkündür. GNBD ise aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{GNBD} = \text{Statik NBD} + \text{Opsiyon değeri}$$

$$\text{GNBD} = (- 4.879.000 \text{ ABD Doları}) + 6.654.555 \text{ ABD Doları}$$

$$\text{GNBD} = 1.775.555 \text{ ABD Doları}$$

Bir diğer opsiyon olarak projenin ertelenebilme seçeneğine sahip olduğu varsayılmıştır. Projemizin ertelenebilme esnekliğine sahip olması durumunda, nakit akışları kaybının da hesaplamalarda dikkate alınması gerekmektedir. Bu durumda vadesi 20 yıl olan projenin dört yıl ertelenmesi durumunda opsiyon değeri ve NBD'nin nasıl sonuçlanacağına bakılacaktır. Bu durumda formüle getiri kıtlığı parametresinin de eklenmesi gerekmektedir. Getiri kıtlığı ise;  $1/n$  formülünden 0,20 (4/20) olarak hesaplanmıştır. Projenin ertelenmesi durumunda yatırım maliyetinin dört dönem sonrasında risksiz (bileşik) faiz oranı üzerinden, artacağı diğer değişkenlerin ise aynı kalacağı varsayılmaktadır. Bu durumda yatırımın maliyeti 15.208.000 milyon ABD Dolarına ulaşmaktadır.

Formülde yer alan değişkenlerden; S, 8.121; X,15.208, t, 20, Rf, 0,05,  $\delta$ , 0,2 ve  $\sigma$  ise 0,36 olarak yerine konulacaktır (getiri kıtlığı değişkeninin de içinde yer aldığı Formül 10 kullanılmıştır).

$$d_1 = \frac{\ln(8121/15208) + (0,05 - 0,02 + 0,36^2/2) 20}{0,36\sqrt{20}}$$

$$d_1 = -1,448$$

$$d_2 = -3,0581$$

$d_1$  ve  $d_2$  parametrelerinin kümülatif normal standart dağılım değerleri ise  $N(d_1) = 0,0738$  ve  $N(d_2) = 0,0011$  olarak bulunmuştur.

$$C_0 = S_0 e^{-\delta T} N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2)$$

$$= 8121 * e^{0,2*20} * 0,0738 - 15208 * e^{0,05*20} * 0,0011$$

$$= 4,744675$$

Projenin 4 yıl ertelenmesine ilişkin yapılan hesaplamada ortaya çıkan opsiyon değeri pozitif olmakla birlikte, projeye şimdi başlanması halinde ortaya çıkan opsiyon değerinden çok daha düşüktür. Bu durumda ertelemeyen kaynaklan nakit akışı kazancının, nakit akışı kay-



bından daha düşük olduğu ve vadenin uzamasından farklı olarak erteleme projesi yapılamaz hale görülmektedir.

Projemizin, beş adet yeni kuyu açılarak genişleme ihtimali olduğu varsayılmaktadır. Söz konusu beş kuyunun açılma maliyeti toplam 2 milyon ABD doları olarak tahmin edilmektedir. Söz konusu beş kuyunun üretime geçirilmesi ile nakit akışlarının %20 artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda nakit akışımızın değeri 9.745.000 ABD Dolarına ve yatırım maliyeti ise 15.000.000 ABD Dolarına yükselmektedir. Projemizin diğer parametreleri aynıdır. Formülde yer alan değişkenlerin değerleri bu durumda; S, 9745; X, 15.000; t, 20; Rf, 0,05 ve  $\sigma$  ise 0,36 olacaktır.

$$d_1 = \frac{\ln(9745 / 15000) + (0,05 + 0,36^2 / 2) 20}{0,36\sqrt{20}}$$

$$d_1 = 1,158$$

$$d_2 = -0,4517$$

$d_1$  ve  $d_2$  parametrelerinin kümülatif normal standart dağılım değerleri ise  $N(d_1) = 0,8766$  ve  $N(d_2) = 0,3257$  olarak bulunmuştur. Bu durumda opsiyonun değeri ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} C_0 &= S_0 N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2) \\ &= 9.745 * 0,8766 - 15.000 * e^{0,05 * 20} * 0,3257 \\ &= 6.745,180 \end{aligned}$$

Görüldüğü üzere genişleme opsiyonunun hesaplamalara dahil edilmesi ile birlikte opsiyon değeri daha da yükselmiştir.

Bir diğer opsiyon olarak, sahamızın, bir başka şirkete devredilebilme (terk etme) olanağının mevcut olduğu bir durum değerlendirilmektedir. Bu anlamda proje süresi olan 20 yıl içerisinde herhangi bir zamanda, sahanın 5 milyon ABD dolarına devredilme imkanının olduğu varsayılmaktadır. Terk etme opsiyonu diğer örneklerimizden farklı olarak, satım opsiyonuna uygunluk göstermektedir: Örneğimizdeki diğer parametreler aynen korunmuştur. Terk etme opsiyonunun Black-Scholes modeli ile çözümü aşağıdaki gibidir.

Formülde yer alan değişkenlerden; S, 8.121; X, 5000, t, 20, Rf, 0,05, ve  $\sigma$  ise 0,36 olarak yerine konulacaktır.

$$d_1 = \frac{\ln(8121 / 5000) + (0,05 + 0,36^2 / 2) 20}{0,36\sqrt{20}}$$

$$d_1 = 1,1315$$

$$d_2 = 0,51059$$

$d_1$  ve  $d_2$  parametrelerinin kümülatif normal standart dağılım değerleri ise  $N(d_1) = 0,958$  ve  $N(d_2) = 0,69518$  olarak bulunmuştur. Bu durumda “satım opsiyonun” değeri ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} P_0 &= S_0 (N(d_1) - 1) - X e^{-R_f T} (N(d_2) - 1) \\ &= 8121 * (-0,0942) - 5000 * e^{0,05 * 20} * (-0,30482) \\ &= 422,305 \end{aligned}$$

Görüldüğü üzere sondaja konu sahaların terk edilmesi (devredilmesinin) bir opsiyona dönüşürülmesi halinde satım opsiyonunun değeri pozitif olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte söz konusu opsiyonun değeri, GNBD'nin pozitif dönüşmesini sağlayacak değerde büyük değildir.

Geleneksel yöntemlerin yatırımı bugün kabul etmek ya da reddetmek yaklaşımının aksine, reel opsiyon değerlemesinin bugün kabul etmek ya da ileride yeniden değerlendirmek yaklaşımı projelerin NBD'sinin pozitif dönüşmesine olanak sağlamaktadır. Bu durumun temel nedeni ise, belirsizliğin kaynağı olan fiyat ya da rezervler gibi faktörlerde meydana gelebilecek olumlu gelişmelere yönelik olasılıkların hesaplamalara dahil edilmiş olmasıdır.

## 6. SONUÇ

Reel opsiyon analizi İNA yöntemlerinden belirsizlik ve riski algılama bakımından farklılaşmaktadır. Reel opsiyon analizi riski belirsizliğin kaynağında uyarlarlarken, İNA yöntemlerinde risk bütün nakit akışlarına uyarlanmaktadır. Bu durum İNA yöntemlerinin bazı değerleri eksik hesaplamasına neden olmaktadır. Yöntemin üstünlüğü geleneksel yöntemlerde çeşitli varsayımlar altında tahmin edilmeye çalışılan nakit akışlarının, olasılık dağılımı yoluyla elde edilmesi ve bugüne indirgemesinde, riske uyarlanmış iskonto oranı yerine risk yansız oranın kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Değişen pazar koşullarına cevap verebilme esnekliği yatırım fırsatının değerini artırmaktadır. Geleneksel yöntemlerin projenin

reddine veya kabulüne yönelik şimdiki zamanda verilmesine yönelik karar yaklaşımı, projenin içerdiği esnekliklerin erteleme, genişleme, küçülme, kademelendirme gibi opsiyon haline getirilmesi ile artı bir değere dönüştürülmektedir. Bu durumda reel opsiyon analizi, geleneksel yöntemlerin göz ardı ettiği esnekliğin değerini hesaplayarak, NBD'nin genişletilmesine olanak sağlamaktadır. Bu açıdan analiz, geleneksel İNA yöntemlerini dışlamaksızın, ilave değer sonuca dahil edilmesiyle genişletilmiş NBD üzerinden projeye karar verilmesine olanak sağlamaktadır. Reel opsiyon yöntemi, yatırımın şu andaki değerinden ziyade, yatırım fırsatının değerine odaklanmaktadır. Yatırım fırsatının kendisi, belirsizliğin söz konusu olduğu durumlarda, yatırımın hemen yapılmasından, yönetime yatırımı erteleyebilme olanağı sağlaması nedeniyle daha değerli olabilmektedir. Çalışmada yer verilen uygulamada da, geleneksel yönetmeler ile yapılmaması gerektiği yönünden karar verilmesi gereken bir projenin, reel opsiyon analizi ile nasıl yapılabilir bir konuma geldiği gösterilmiştir. Bu anlamda reel opsiyon yaklaşımı belirsizlik ve riski ele alış bakımından farklılaşırken, yatırımların artırılması yönünde oynayacağı rol ile öne çıkmaktadır. Yöntemin söz konusu üstünlüğü bu çalışmanın ve yönteminin kullanımının ana motivasyon kaynağını oluşturmaktadır.

## KAYNAKÇA

- ANBAR A (2007); “İnternet Firmalarının Değerinin Belirlenmesinde Kullanılan Değişkenler ve Yöntemler”, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 2007 Cilt:44 Sayı:510  
[http://www.ekonomikyorumlar.com.tr/files/articles/152820003940\\_4.pdf](http://www.ekonomikyorumlar.com.tr/files/articles/152820003940_4.pdf)
- BAL H (2011); “Özkaynağa Nakit Akışı ve Firmaya (Projeye) Nakit Akışı Yöntemlerinin Bir Projeye Yatırım Kararında Kabul ve Red Açısından Farklı Sonuç Vermelerini Etkileyen Faktörler”, İşletme Araştırmaları Dergisi 2/1 (2010) 21-42.
- BJARNADÓTTIR E (2013); “ Real Options in Corporate Finance, Master of Science in Financial Engineering, June, Reykjavík University, Iceland
- BRANDAO L E ve DYER J S (2005); “Decision Analysis and Real Options: A Discrete Time Approach to Real Option Valuation”, Annals of Operation Research, Volume135, Number 1, Springer Science, The Netherlands.  
<http://www.springerlink.com/content/128387p5lu11w150/>
- BRACH M T (2003); Real Options in Practice, Wiley Finance, New Jersey, USA.
- BRIGHAM E (1995); Fundamentals of Financial Management, Seventh Edition, The Dryden Press, USA.
- COPELAND T ve ANTIKAROV (2003); Real Options: A Practitioner's Guide, Cengage Learning, New York, USA.
- CULIK M (2015); “Real Options Valuation With Changing Volatility”, Perspectives in Science (2016) 7, 10—18, Elsevier.

DAMODARAN T (2005); “The Promise and Peril of Real Options”, NYU Working Paper, No: S-DRP-05-02.

[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1295849](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1295849)

DEĞER A (2011); “Patent Değerlemesi ve Reel Opsiyonlar”, Business and Economics Research Journal, Vol 2 , No 1, pp. 153-172, ISSN: 1309-2448, [www.berjournal.com](http://www.berjournal.com)

DZYUMA U (2012); “Real Options Compared To Traditional Company Valuation Methods: Possibilities And Constraints In Their Use”, Financial Internet Quarterly - e-Finance” 2012 Vol. 8, No. 2, [www.e-finance.com](http://www.e-finance.com)

ERGÜN M E (2008); “Sermaye Bütçelemesi ve Türk Sanayi İşletmelerinde Uygulaması”, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

GUJ P (2006); “Mineral Project Evaluation – An Introduction”, Philip Maxwell (der.), *Australian Mineral Economics* içinde, The Australian Institute Of Mining and Metallurgy, Victoria.

GÜVEN A (2013); “Yatırımlar, Belirsizlik ve Piyasa Yapısı: Kavramsal Bir İnceleme”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi (C. XV, S. I, 2013) 1

HAND T J (2001); “Using Real Options for Policy Analysis”, National Energy Technology Laboratory Office of Systems and Policy Support November 9, 2001.

[http://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/real\\_options\\_1.pdf](http://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/real_options_1.pdf)

HORN A, KJÆRLAND F, MOLNÁR P and STEEN B W (2015); “ The Use of Real Options Theory in Scandinavia’s Largest Companies”, International Review of Financial Analysis, Vol, 41, pp.74-81.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.05.026>

KVALEVAG T (2009); “How the Discounted Cash Flow Analysis and Real Options Differ as Basis for Decision Making About Oil and Gas Field Developments”, Master Thesis, MSc Finance and Strategic Management, Copenhagen Business School.

LESLEY K J ve MICHAELS M P (1997); “The Real Power of Real Options”, The McKinsey Quarterly 1997, Number 3, 5 -22.

[http://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Teaching/BA456\\_2006/McK97\\_3.pdf](http://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Teaching/BA456_2006/McK97_3.pdf)

LUEHRMAN T A (1998); “Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers”, Harvard Business Review, July - August 1998.

MUN J (2002); Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

ÖZOĞUL S T (2006); “Yatırım Kararlarının Değerlemesinde Reel Opsiyonlar: Bilişim Teknolojileri Yatırım Uygulaması”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.

ÖZOĞUL C O, KARSAK E ve TOLGA E (2009); “A Real Options Approach for Evaluation and Justification of a Hospital Information System”, The Journal of Systems and Software 82 (2009) 2091 -2102.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016412120900168X>

- ÖZOĞUL S T ve ÜLENGİN B (2006); “Reel Opsiyonlar ile Bilişim Teknolojileri Yatırımlarının Değerlemesi”, İTÜ Dergisi/b, Sosyal Bilimler, Cilt:3, Sayı:1, 15 – 26, Aralık.  
[http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi\\_b/article/view/1082/1071](http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_b/article/view/1082/1071)
- PADDOCK J L, SIEGEL D R ve SMITH J L (1988); “Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases”, The Quarterly Journal of Economics, Vol.103, No.3, pp. 479 – 508.  
<http://digilander.libero.it/vergalli/pdf/16.pdf>
- RAO P, ZHOU X and YUE H (2017); “Return predictability and the real option value of segments”, Review of Accounting Studies, September, pp. 1-33., <http://doi.org/10.1007/s11142-017-9421-3>
- ROGERS J (2002); Strategy, Value and Risk: The Real Options Approach Reconciling Innovation, Strategy and Value Management, Palgrave MacMillan, Great Britan.
- SAMIS M (2003); “Applying Advanced Financial Methods (Real Options) to Mine Valuation Problems”, MIRARCO Engineering Seminar Series, Kuiseb Minerals Consulting, Toronto.
- SAYILGAN G (2008); İşletme Finansmanı, Güncelleştirilmiş 3. Baskı, Turhan Kitapevi, Ankara.
- SCHWEIHS R P. (2016); “The Economic Analysis of Real Option Value”, Stock Option Valuation Insights, Autumn, [www.willamette.com](http://www.willamette.com)
- SMITH J E ve MCCARDLE K F (1999); “Options in The Real World: Lessons Learned in Evaluating Oil and Gas Investments”, Operations Research, Vol. 47, No.1, January – February 1999.  
[http://faculty.fuqua.duke.edu/~jes9/bio/Options\\_in\\_the\\_Real\\_World.pdf](http://faculty.fuqua.duke.edu/~jes9/bio/Options_in_the_Real_World.pdf)
- SORSIMO, A (2015); “Numerical Methods in Real Option Analysis”, Economics Master's thesis, Department of Economics Aalto University School of Business
- ŞEKER K, ÇEMBERLİTAŞ İ ve ALTUNDAĞ S (2018); “Opsiyon Sözleşmeleri Ve Opsiyon Sözleşmelerinden Doğan Kar/Zararın Hesaplanması”, Sosyal Bilimler Akademi Dergisi, Kasım – 2018 Cilt: 1 Sayı: 2, ISSN 2636 – 7599.
- UZUNLAR E ve AKTAN M (2006); Finansal Opsiyonlar, Gerçek Opsiyonlar ve Uygulamaları, Gazi Kitapevi, Ankara.
- YILDIRIM E (2007); “Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Madencilik Sektöründe Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Finansman Programı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.