

# Reel Opsiyon Yöntemiyle Yatırım Projesi Değerlendirmesi: Girişimcilik Yatırımı Örneği

## Investment Project Valuation by Real Option Method: Sample of Entrepreneurship Investment

Prof. Dr. Hatice Düzakın (Çukurova University, Turkey)  
Ph.D. Candidate Süreyya Yılmaz (Çağ University, Turkey)

### Abstract

The real option method, which emerged in the 1980s and is based on financial options, has been heavily involved in the literature since the early 2000s. Calculated by adding option value to investments in real assets, this method offers managers opportunities to evaluate the investment project. While the traditional capital budgeting method cannot be changed during the decision project process taken when evaluating the investment project, the real option method can be changed throughout the project process. The reason for this situation is that the real option method does not ignore the managerial flexibility. The reason for this situation is that the real option method does not ignore the managerial flexibility. In this study, these two methods in the literature are examined according to the types of projects.

### 1 Giriş

Geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleri, yatırım yapılacak olan projelerin karşılaşılabileceği fırsatları ya da tehditleri değerlendirir de yatırım yapılıp yapılmayacağı konusundaki karar başlangıçta belirlendiği için eleştiriye maruz kalmaktadır (Titman, 1985). Ayrıca geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle alınacak olan kararlar projenin başında belirlendiği için, proje sürecinde yapılabilecek değişiklikleri değerlendirmeye dahil etmemektedir. Bu durum, belirsiz proje ve piyasa karakteristikleri hakkında sürekli bilgi toplama ve değişen koşullar altında bu bilgiye dayalı olarak kararları yenileme (Huchzermeier ve Loch, 2001) anlamına gelen yönetsel esnekliği tamamen ortadan kaldırmakta ve projenin gerçek değerini yansıtmamaktadır (Özoğul, 2008 ve Erdoğan, 2008). Proje değerlendirmede karşılaşılan bu tür problemler yöneticileri farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmaya teşvik etmiştir. Reel opsiyon yöntemi ise kullanılabilir farklı yöntemlerin başında gelmektedir. Günümüzde reel opsiyon yöntemi proje değerlendirme konusunda yöneticilerin fikirlerinin değişmesine sebep olmaktadır. Finansal opsiyonlara dayanan reel opsiyon yöntemi, proje değerlendirmede risk ve belirsizlikleri proje sürecine dahil etmekte olup, yöneticilere opsiyon değerleri sunmaktadır (Trigeorgis, 2005). Yapılan bu çalışmanın amacı, reel opsiyon yönteminin geleneksel sermaye bütçeleme yöntemlerini tamamlayıcı bir yöntem mi yoksa alternatif bir yöntem mi olduğunu hem literatürde yer alan çalışmaları inceleyerek hem de bir olay çalışmasıyla ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, finans literatüründe yer alan, yerli ve yabancı literatür taranmış olup, çalışmalar belli proje türlerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma yapılırken, Kerzner (2017)'in proje sınıflandırması temel alınmaktadır. Çalışmanın devam eden bölümünde, reel opsiyon yöntemiyle ilgili detaylı bilgi verilecek olup, daha sonraki bölümde literatürde yer alan çalışmalar incelenecektir.

### 2 Kavramsal Çerçeve

Finans yazında opsiyonlar, belli miktardaki bir menkul kıymetin veya malın, belirlenen bir fiyattan, belli bir süre içinde alım veya satım hakkını veren sözleşme olarak tanımlanmaktadır. Opsiyonu satın alan taraf, aldığı bu hak karşılığında satıcıya prim adı verilen bir tutar ödemek zorundadır. Dolayısıyla, opsiyon sözleşmesi, alıcı tarafa bir hak sağlamakta, buna karşılık satıcı tarafı, bu hakkı satan taraf olarak yükümlülük altına sokmaktadır. Elde edilen bu hakkı kullanıp kullanmamak opsiyon alıcısının isteğine bağlı iken, satıcı taraf için bu durum zorunludur (Ceylan, 2002, s. 304).

Temeli finansal opsiyonlara dayanan reel opsiyon yöntemi, belirsizlik altında esnek ve stratejik kararlar almaya izin veren bir proje yönetimi modeli olarak tanımlar (Bostan, 2007). Opsiyon fiyatlama modelleri opsiyonun değerini/primini belirlemek üzere kullanılırken, reel opsiyon yönteminde projelere esneklik sağladığı için kullanılır. Bahsedilen bu modeller, Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli ve Binomial Opsiyon Fiyatlama Modeli'dir. Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli (1973)'nin en önemli varsayımı, varlık fiyatının sürekli olması iken; Binomial Opsiyon Fiyatlama Modeli (1973) ise varlık fiyatlarının kesitli zaman süreçleri izlediğidir. Diğer önemli varsayımı ise, varlık fiyatlarının bir önceki döneme göre belli bir tutardan artacağını ya da azalacağınıdır. Bu modellerin hesaplanmasında, varlığın piyasa fiyatı/ hisse senedinin cari fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, vadeye kalan süre, varlığın volatilitesi ve risksiz faiz oranı değişkenleri kullanılmaktadır. Reel opsiyon yönteminde kullanılan değişkenler ise; projenin nakit akışlarının bugünkü değeri, proje kapsamındaki yatırımın maliyeti, yatırım kararlarının ertelenebileceği sürenin uzunluğu, proje varlıklarının risk düzeyi ve paranın zaman değeridir (Özoğul, 2006). Bu durum özet olarak Tablo 1'de gösterilmektedir.

Finansal Opsiyon Değişkenleri	Simge	Simge	Reel Opsiyon Değişkeni
Varlığın piyasa fiyatı/ hisse senedinin cari fiyatı	$S_0$	P	Projenin nakit akışlarının bugünkü değeri
Kullanım fiyatı	K	X	Proje kapsamındaki yatırımın maliyeti
Vadeye kalan süre	t	T	Yatırım kararının ertelenebileceği sürenin uzunluğu
Varlığın volatilitesi	$\sigma$	$\sigma$	Proje varlıklarının risk düzeyi
Risksiz faiz oranı	R	R	Paranın zaman değeri

**Tablo 1.** Finansal opsiyon ile reel opsiyon değişkenlerinin karşılaştırılması **Kaynak:** (Erdoğan, 2008)

Finansal opsiyonlar ile benzer özellikler taşımasına rağmen reel opsiyon yönteminin belli farklılıkları söz konudur. Bu farklılıklar kısa şöyledir (Demireli ve Kurt, 2006):

- Reel opsiyon yöntemi, finansal opsiyonların aksine reel veya somut varlıklara yapılan yatırımları inceler.
- Reel opsiyon yönteminde değerlendirilen projenin vadesi finansal opsiyonlara konu olan varlıklardan daha uzundur.
- Reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen projenin sonucu negatif değer olabiliyorken (projenin reddedilmesi), finansal opsiyonla değerlendirilen varlıkların sonucu negatif değer olmamaktadır.
- Reel opsiyon yönteminde, uygulama fiyatı ve vade süresi pazar koşullarına göre belirlenirken, finansal opsiyonlarda ise; kesin uygulama fiyatı ve vade süresi vardır.

Reel opsiyon yöntemiyle proje değerlendirilirken, projeye ilgili oluşacak her bir değişiklik opsiyon olarak değerlendirilmektedir. Finans yazında, en yaygın olarak bilinenler opsiyon türleri ise; erteleme, terk etme, geçici olarak kapatma, genişletme veya daraltma ve büyümedir. Bu opsiyon türleri aşağıda kısaca incelenmiştir (Tekin, 2014 ve Uzunlar ve Atkan, 2005):

- **Erteleme opsiyonları:** Projeye ilgili belirsizlikler ortadan kalkıncaya kadar yatırımı erteleme imkanı tanıyan opsiyonlardır.
- **Terk etme opsiyonları:** Verimliliğini tamamen kaybetmiş projelerin hurda değerini kurtarmak üzere satılmasıdır.
- **Geçici olarak kapatma opsiyonları:** Negatif nakit akışlarından etkilenmemek için projenin belli bir süre durdurulmasıdır.
- **Genişletme veya daraltma opsiyonları:** Talepteki değişimi karşılamak üzere proje ölçeğinin değiştirilmesidir.
- **Büyüme opsiyonları:** Yeni pazarlar, yeni ürünler ya da teknolojilerle yatırımların artırılmasıdır.

Bir işletme yatırım projesini değerlendirme sürecinde erteleme, genişletme, daraltma, büyüme ya da geçici olarak kapatma gibi opsiyonları kullanmayı tercih etmesi proje süresi boyunca değişiklik gösterebilir. Bu durum, işletmelere yönetsel karar alma esnekliği sağlamaktadır. İşletmelere hedeflerine ulaşabilmesi ve karını maksimize edebilmesi için zorunluluklar değil, opsiyonlar sayesinde haklar tanımaktadır (Brach, 2003). Reel opsiyon yöntemiyle geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerini karşı karşıya getiren bu durumdur. Geleneksel sermaye bütçelemesiyle yapılan hesaplamalar sonucunda bir değer elde edilir ve bu değere göre yatırım yapılıp yapılmayacağına karar verilir. Ancak reel opsiyon yöntemiyle yapılan hesaplamada bir değer elde edilmekle birlikte stratejik kararlar oluşturulur (Walters ve Giles 2000). Bu durum, reel opsiyon yöntemiyle yapılan hesaplamalarda yönetsel karar alma esnekliğinin modele dahil etmesinin önemini göstermektedir.

## 2.1 Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli

Opsiyon değerinin hesaplanmasında en yaygın kullanılan yöntemlerden biri Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli'dir (Alper, 2007; Öztürk, 2010; Uygurtürk, 2012; Bilir, 2012; Tekin,2014). Black ve Scholes tarafından 1973 yılında ortaya konulan bu model, hisse senedinin sürekli getiri oranlarının normal dağılıma sahip olduğu varsayımına dayanmakta olup, matematiksel olarak şöyle ifade edilmektedir:

$C_r$ , reel opsiyonun değeri olmak üzere,

$$C_r = P(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) \quad (\text{Denklem I})$$

şeklinde yazılabilir.

$d_1$  ve  $d_2$  ise şu yöntemler ile hesaplanır;

$$d_1 = \frac{[\ln(P/X) + (r + \sigma^2/2) * t]}{\sigma\sqrt{t}} \quad (\text{Denklem II})$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (\text{Denklem III})$$

Formülde yer alan değişkenlerin açıklamaları şu şekildedir;

$C_r$  = Reel opsiyon değeri

$P$  = Nakit akışlarının bugünkü değeri  
 $N(d)$  = Kümülatif normal dağılımlar  
 $X$  = Yatırımın maliyeti  
 $e$  = 2,71828 logaritma fonksiyonunun tabanı  
 $r$  = Risksiz faiz oranı  
 $t$  = Ertelenebilen yatırımın süresinin uzunluğu  
 $\ln$  = Logaritma fonksiyonu  
 $\sigma$  = Risk düzeyi

Hesaplanan reel opsiyon sonucunda ortaya çıkan değer, hesaplanan NBD ile toplanır. Bu durum, matematiksel olarak şöyle ifade edilmektedir (Trigeorgis, 2005):

$$NBD_{(toplam\ değeri)} = NBD_{(birinci\ aşama)} + Reel\ opsiyon\ değeri$$

Bu formülde, “*NBD (birinci aşama)*” geleneksel net bugünkü değeri ifade ederken; “*Reel opsiyon değeri*” opsiyon fiyatlama modelleriyle hesaplanan değeri ifade etmektedir. Bu iki değer toplamıyla ortaya çıkan “*NBD (toplam değeri)*” ise; bazı çalışmalarda stratejik ya da genişletilmiş net bugünkü değer olarak adlandırılmaktadır (Smit ve Trigeorgis, 2006).

## 2.2 Literatür Taraması

Çalışmanın bu bölümünde yerli ve yabancı literatür taraması yapılmıştır. Kerzner (2017) çalışmasında, projeleri kullandıkları endüstriye göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflama, Ar-Ge, inşaat, uzay ve savunma endüstrisi, yönetim bilişim sistemleri ve genel mühendislik dallarından oluşmaktadır. Ancak yapılan bu çalışmada bu sınıflandırma dikkate alınarak proje türleri revize edilmiştir. Literatür taraması sonucunda, reel opsiyon yönteminin ağırlıklı olarak kullanıldığı proje türleri; bilişim teknolojileri, doğal kaynaklar, Ar-Ge, gayrimenkul geliştirme ve girişimcilik olduğu gözlemlenmektedir. Yapılan literatür taramasında ayrıca proje türlerine göre çalışmalar sınıflandırılmış ve Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Proje türlerine göre sınıflandırılan çalışmaların dağılımı Kaynak: (Yazar)

Şekil 1’de proje türlerine göre sınıflandırılan çalışmaların dağılımı gösterilmektedir. Yapılan literatür taramasının %39’u doğal kaynaklar yatırımlarının değerlendirildiği projeler oluşturmakta iken, 2. sıra %17 oranıyla gayrimenkul geliştirme ve Ar-Ge yatırımların kullanıldığı projeler birlikte yer almaktadır. Bilişim teknolojileri yatırımları 3. Sırada yer alırken, son sırada %14 oranıyla girişimcilik yatırımları projeleri yer almaktadır.

İncelenen yerli ve yabancı literatüründe, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemiyle değerlendirilen yatırım projelerinin sonucunda genellikle, “*yatırım yapılamaz*” kararı alınırken; reel opsiyon yöntemiyle aynı yatırım projesi değerlendirildiğinde ise, “*yatırım yapılabilir*” kararı alınmıştır. Bu durum özet olarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2’de görüldüğü üzere, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle ve reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen yatırım projelerinin 41 tanesi reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde kabul edilmiş, 9 tanesi hem geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle değerlendirildiğinde hem de reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde kabul edilmiş, 1 tane yatırım projesi ise, reel opsiyon yöntemiyle reddedilmiş ancak geleneksel sermaye bütçeleme yöntemiyle değerlendirildiğinde kabul edilmiş son olarak 2 tane yatırım projesi iki yöntemle de değerlendirildiğinde reddedilmiştir.

## 3 Araştırma Yöntemi

Yapılan bu çalışma, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle reel opsiyon yöntemi kıyaslaması yapılabilmesi için bir ABC işletmesine ait gerçek bir girişimcilik projesi örnek alınarak incelenmiştir. ABC işletme Adana Bölgesinde yeni kurulan bir gelinlik işletmesi olup, 500.000 TL. yatırım yapmayı planlamaktadır. Bu

işletmenin bugün itibariyle 5 yıllık nakit akışları ise; 100.000 TL., 110.000 TL., 121.000 TL., 132.000 TL., 145.000 TL.'dir. İskonto oranı 2021 Merkez Bankası'nın gösterge faiz oranına göre %16'dır.

Yazar Adı	Yılı	Proje türü	Yöntemler	Sonuç
Titman	1985	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Myers	1987	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Williams	1991	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Nichols	1994	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Quigg	1994	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Perlitz vd.	1999	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Kellogg ve Charles	2000	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Benninga vd.	2001	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Borissiouk ve Peli	2001	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Lint ve Pennings	2001	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Kumar	2002	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Trang, vd.	2002	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Yeo ve Qiu	2003	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Bowe ve Lee	2004	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Chiang vd.	2005	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Akkaya	2005	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Özoğul ve Ülengin	2006	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Değer	2007	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Yıldırım	2007	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Harmantzis, vd.	2007	Ar-Ge (2 proje)	SB ve RO	RO kabul, RO red
Lee	2007	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Taş, vd.	2007	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Mecit ve Atılgan	2007	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Özoğul	2008	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Erdoğan	2008	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
İkiz ve Kocakoç	2009	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Safarov	2009	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Munoz vd.	2009	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Kırlı ve Kayalı	2010	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Lee ve Shih	2010	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Öztürk	2010	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Terzioğlu	2011	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Martinez-Cesena, vd.	2011	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Fernandes vd.	2011	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Alper ve Anbar	2011	Ar-Ge	SB ve RO	RO kabul
Chan, vd.	2012	Bilişim Teknolojileri	SB ve RO	RO kabul
Uygurtürk	2012	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB red, RO red
Bilir	2012	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Sevinç	2012	Girişimcilik	SB ve RO	RO kabul
Gürtunca	2013	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Sontos, vd.	2014	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Tekin	2014	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB red, RO red
Crijevskis vd.	2015	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Zhang, vd.	2016	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Toptaş	2016	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Guedes ve Santos	2016	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Pivoriene	2017	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Vahdatmanesh, vd.	2017	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul
Agaton ve Karl	2018	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	SB kabul, RO red
Hu, vd.	2020	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Bari	2020	Doğal Kaynaklar	SB ve RO	RO kabul
Kemala vd.	2020	Ar-Ge	SB ve RO	SB kabul, RO kabul
Cabanesh, vd.	2020	Gayrimenkul Geliştirme	SB ve RO	RO kabul

**Tablo 2.** Finansal opsiyon ile reel opsiyon değişkenlerinin karşılaştırılması **Kaynak:** (Yazar) SB: Geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleri RO: Reel opsiyon yöntemi

Yıllar	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
Nakit Akış	100.000 TL	110.000 TL	121.000 TL	132.000 TL	145.000 TL

**Tablo 3. Nakit akışları (5 yıllık) Kaynak: (Yazar)**

Net bugünkü değer hesaplamasında aşağıda yer alan formül kullanılmıştır.

$$NBD = \sum_{t=1}^n \frac{NNG_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad \text{Denklem (I)}$$

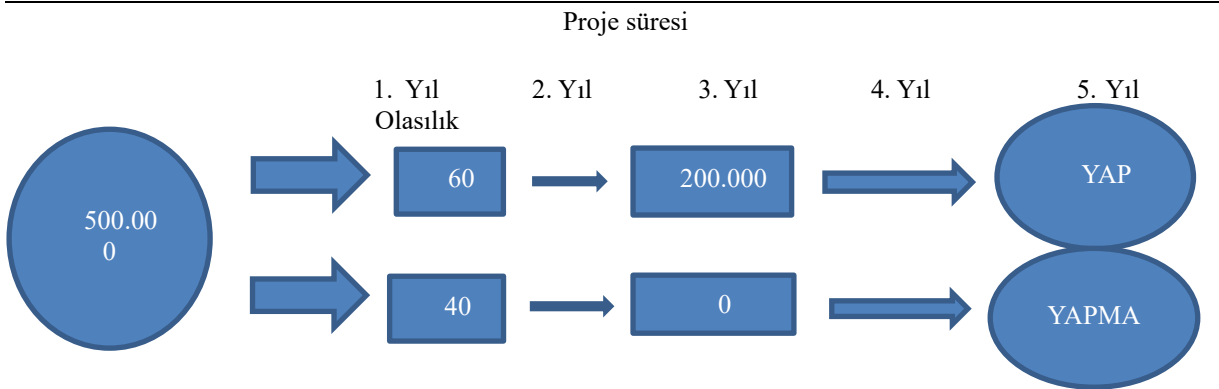
Denklem (I)'de yer alan; *NG*: nakit girişlerini,  $I_0$ : yatırım harcama tutarı ve *r*: önceden belirlenmiş iskonto oranı yani yatırımdan beklenen iç verim oranını ifade etmektedir. Net bugünkü değer yöntemine göre,  $NBD \geq 0$ 'dan büyük ise yatırım projesi kabul edilir ancak  $NBD < 0$ 'dan küçük ise yatırım projesi reddedilir. Dolayısıyla  $NBD$  kriterine göre karar verici projeyi reddedecektir. Bu formüle göre hesaplanan (Hesaplama Ek 1'de sunulmuştur) net bugünkü değeri, -111.195 TL.'dir. Bu durum yatırım projenin reddedilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ancak 2020 yılında pandemi olarak ilan edilen Covid-19'un 2023 yılında kontrol altına alınabileceği varsayımı altında işletme sahibi, şu an durgun olan piyasanın %60 olasılıkla hareketleneceğini düşünmekte olup nakit girişlerinin %70 artacağını beklemektedir. Bu sebeple, 2023 yılında piyasada oluşacak talebi karşılayabilmek için 200.000 TL. yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Yatırımcı bu durumda, büyüme opsiyonunu tercih edecektir. Bu durumda göre, nakit akışları aşağıdaki Tablo 4 verilmiştir.

Yıllar	2020	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
Nakit Akış	100.000 TL	110.000 TL	321.000 TL	224.400 TL	246.500 TL

**Tablo 4. Nakit akışları (5 yıllık) Kaynak: (Yazar)**

Denklem (I)'e göre yatırım projesinin,  $NBD$ 'si 161.323 TL (Hesaplama Ek 2'de sunulmuştur) olarak hesaplanmaktadır. Ayrıca, diğer bir senaryoya göre; işletme sahibi %40 olasılıkla 2023 yılında Covid-19 pandemisinin kontrol altına alınamayacağı bu sebeple nakit akışlarının değişmeyeceğini de düşünmektedir. Şekil 2 'da bu durum özetlenmektedir.



**Şekil 2. Olasılık dağılımı Kaynak: (Yazar)**

Şekil 2'de yatırım projesinin iki olasılıktan oluşan senaryosu yer almaktadır. İşletme sahibi eğer 3. yılda büyüme opsiyonu kullanarak ek 200.000 TL yatırım yapması durumunda nakit akışları değişecektir.

$$E(NBD) = 0,40 * (-111.195) + 0,60 * (161.323) = 52.315,8 \text{ TL}$$

Bu hesaplama, %60 olasılıkla yatırım projesine büyüme opsiyonu eklendikten sonraki beklenen net bugünkü değer sonucunu göstermektedir. Ancak işletme 3. yılda büyüme opsiyonu kullanması nedeniyle, opsiyon değeri hesaplama dahil edilir ve hesaplama için Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeli kullanılır. Bu duruma göre işletmeye ait bilgiler şöyledir;

- Yatırım kararı üç yıl sonra verileceği için, opsiyonun vadesi 3 yıl,
- Opsiyonun kullanım fiyatı olarak projenin maliyeti 500.000 TL,
- Risksiz faiz oranı %12.57,
- Projenin piyasa fiyatı 219.445 TL
- Standart sapma ise %22'dir.

Bu bilgiler doğrultusunda, Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak yapılan hesaplama şöyledir:

$$d_1 = \frac{\ln(P^{219.445}/500.000) + (\%12.57 + 0.22/2) * 3}{0.22\sqrt{3}} = -0.4066$$

$$d_2 = -0.4066 - 0.22\sqrt{3} = -0.79$$

$$N(d_1) = 0.3421$$

$$N(d_2) = 0.2154$$

$$Cr = 219.445(0.3421) - 500.000 * e^{-\%12.57*3}(0.2154)$$

$$Cr = 285.089$$

Hesaplanan reel opsiyon sonucunda ortaya çıkan değer, hesaplanan NBD ile toplanır. Bu durum, matematiksel olarak şöyle ifade edilmektedir (Trigeorgis, 2005):

$$NBD_{\text{(toplam değeri)}} = -111.196 + 285.089 = 173.89 \text{ TL}$$

Trigeorgis (2005)'un çalışmasında kullandığı hesaplamanın sonucunda, yatırım projesi reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde kabul edilmektedir. Bu durum reel opsiyon yönteminin belirsizlikleri ve riskleri göz ardı etmediğini açıkça göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, reel opsiyon yöntemi geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerin dikkate almadığı esneklikleri hesaplaması nedeniyle yatırım projelerindeki ek değerlerin ortaya çıkartılmasına olanak sağlamaktadır.

#### 4 Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada, reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen yatırım projeleri incelenmiştir. İncelenen literatür taraması sonucunda reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen yatırım projeleri türleri; bilişim teknolojileri, doğal kaynaklar, Ar-Ge, gayrimenkul geliştirme ve girişimcilik olarak sınıflandırılmıştır. Zeng ve Zhang (2011), Savolainen (2016) ve Kozlova (2017) çalışmalarında, reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen projeleri bu sınıflandırmaya benzer şekilde incelemişlerdir. Ancak Trigeorgis ve Tsekrekos (2018), Ipsmiller, Brouthers ve Dikova (2019) çalışmalarında ise, sınıflandırma yapmadan reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen tüm projeleri incelemişlerdir. Reel opsiyon yönteminin geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerini tamamlayıcı bir yöntem mi yoksa alternatif bir yöntemi olduğunun incelendiği bu çalışmada, ABC işletmesine ait bir girişimcilik yatırım projesi, NBD yöntemiyle değerlendirildiğinde sonuç negatif iken, reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde pozitif çıkmaktadır. Bu durum, reel opsiyon yönteminin aslında geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerini tamamlayan bir yöntem olduğunu ortaya koyabilir. Literatürde incelenen çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş olup, geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemiyle karlı olmayan bir yatırım projesinin reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde karlı bir projeye dönüştüğü tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, yapılan bu çalışma yöneticilere yatırım projelerini değerlendirmede bir fırsat sunmakta olup, göz ardı edilen yönetsel esnekliğin aslında ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. İlerleyen çalışmalarda, literatürde reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen projeler, opsiyon türlerine göre sınıflandırıp hangi opsiyon türünün hangi proje türlerinde ağırlıklı olarak kullanıldığı tespit edilip, literatüre katkı sağlanabilir. Ayrıca farklı yatırım proje türlerine ait yatırımlar değerlendirilebilir.

#### Kaynakça

- Agaton, C. B., & Karl, H. 2018. "A real options approach to renewable electricity generation in the Philippines". *Energy, Sustainability and Society*, **8(1)**, 1.
- Akkaya, G. C. 2005. "Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Reel Opsiyonlar". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, **(28)**, 172-178.
- Alper, D. 2007. "Sermaye Bütçelemesi ve Reel Opsiyonlar". *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **XXVI (1)**, 69-86.
- Alper, D., & Anbar, A. 2011. "Proje değerlendirilmesinde karar ağacı analizi ve reel opsiyon yaklaşımının karşılaştırılması". *Paradoks: The Journal of Economics, Sociology & Politics*, **7(1)**, 49-65.
- Benninga, S., & Tolkowsky, E. (2002). Real options—an introduction and an application to R&D valuation. *The Engineering Economist*, **47(2)**, 151-168.
- Bilir, H. (2012). Enerji Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, **81(3)**, 637-654.
- Borissiouk, O., & Peli, J. (2001). "Real option approach to R&D project valuation: case study at Serono International S.A." *The Financier*, **vol. 8, no. 1-4**, p. 7. *Gale Academic OneFile*, Accessed 21 Dec. 2020.
- Bostan, İ. (2007). Yatırım projelerinin analizinde reel opsiyonların kullanılması ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bowe, M., & Lee, D. L. (2004). Project evaluation in the presence of multiple embedded real options: evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project. *Journal of Asian Economics*, **15(1)**, 71-98.

- Brach, M. A. (2003). **Real Options in Practice**, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- Brealey, R. A., & Myers, S. C. (1992). **Principles of Corporate Finance**, McGraw-Hill, New York, 1992.
- Cabanes, M.A., de Egana, H.A., & Romero, A. (2020). Real option analysis. The viability of real estate projects. *Investment Management and Financial Innovations*, **17(4)**, 271-284.
- Ceylan, A. (2002). **Finansal Teknikler**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.
- Chan, C. W. N., Cheng, C. H., Gunasekaran, A., & Wong, K. F. (2012). A framework for applying real options analysis to information technology investments. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, **10(2)**, 217-237.
- Chung, K. H., & Charoenwong, C. (1991). Investment options, assets in place, and the risk of stocks. *Financial Management*, 21-33.
- Čirjevskis, A., & Tatevosjans, E. (2015). Empirical testing of real option in the real estate market. *Procedia Economics and Finance*, **24**, 50-59.
- D. Kellogg & J. M. Charles, "Real Option Valuation for a Biotechnology Company," *Financial Analysts Journal*, **Vol. 56(3)**, 2000, pp. 76-84.
- Demireli, E. ve Kurt, G. (2006). Yatırım Kararlarının Değerlemede Alternatif Bir Yöntem: Reel Opsiyon. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **8(3)**, 118-132.
- Di Bari, A. (2020). A Real Options Approach to Valuate Solar Energy Investment with Public Authority Incentives: The Italian Case. *Energies*, **13(16)**, 4181.
- Erdoğan, S. (2008). Sermaye bütçelemesinde geleneksel yöntemlere alternatif olarak reel opsiyonlar yöntemi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Guedes, J., & Santos, P. (2016). Valuing an offshore oil exploration and production project through real options analysis. *Energy Economics*, **60**, 377-386.
- Gürtunca, İ. U. (2013). Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyon yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Harmantzis, F. C.ve Tanguturi, V. P. (2007). Investment Decisions in the Wireless Industry Applying Real Options. *Telecommunications Policy*, **31**: 107-123.
- Harvard Business Review, 72, 88-105
- He, Y. (2007). Real Options in the Energy Markets, PhD Dissertation, University of Twente, the Netherlands.
- Hu, H., Wang, X., Gao, Z., & Guo, H. (2020). A real option-based valuation model for Water Saving Management Contract. *Journal of Cleaner Production*, 125442.
- Ipsmiller, E., Brouters, K. D., & Dikova, D. (2019). 25 years of real option empirical research in management. *European Management Review*, **16(1)**, 55-68.
- İkiz, A. K., ve Kocakoç, İ. D. (2009). Bilişim teknolojisi projelerinde reel opsiyonlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **11(4)**, 17-51.
- K. Chung and C. Charoenwong, "Investment Options, Assets in Place, and Risk of Stocks," *Financial Management*, **Vol. 20(3)**, 1991, pp. 21-33.
- Kemala, B. K. L., & Simatupang, T. (2020, September). Real Option Analysis Approach for Pharmaceutical Project Portfolio Optimization Model Considering Multi-project Dependencies. *In 2020 7th International Conference on Frontiers of Industrial Engineering (ICFIE) (pp. 40-47). IEEE.*
- Kerzner, H. (2017). **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. John Wiley & Sons., New Jersey.
- Kırılı, M. ve Kayalı, N. (2010). Stratejik Kararların Değerlendirilmesinde Black-Sholes Finansal Opsiyon Fiyatlamaya Modeli'nin Reel Opsiyonlara Uygulanması, *İzmir SMMMÖ Dayanışma Dergisi*, **109 (2)** ss. 27-40.
- Kozlova, M. (2017). Real option valuation in renewable energy literature: Research focus, trends and design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **80**, 180-196.
- Kumar, R. L. (2002). Managing risks in IT projects: an options perspective. *Information & management*, **40(1)**, 63-74.
- Lee, S. (2007). Entry decision for unsolicited build-operate-transfer (BOT) highway projects: Real options approach Doktora Tezi, Colorado Üniversitesi, Boulder.
- Lee, S. C., & Shih, L. H. (2010). Renewable energy policy evaluation using real option model—The case of Taiwan. *Energy Economics*, **32**, 67-S78.

- Lint, O. & Pennings, E., (2001). An Option Approach to the New Product Development Process: A Case Study at Phillips Electronics, *R&D Management*, **31(2)**, 163-172.
- Martínez-Cesena, E. A., & Mutale, J. (2011). Application of an advanced real options approach for renewable energy generation projects planning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **15(4)**, 2087-2094.
- Mecit, D., ve Atılđan, T. (2007). Reel options and approach for evaluation of investment decisions and an application sample for apparel industry. *Tekstil ve Konfeksiyon*, **17(3)**, 200-206.
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of economics and management science*, 141-183.
- Munoz, J. I., Contreras, J., Caamano, J., & Correia, P. F. (2009). Risk assessment of wind power generation project investments based on real options. In *2009 IEEE Bucharest PowerTech* (pp. 1-8). IEEE.
- Myers, S.C. (1987). Finance Theory and Financial Strategy, *Midland Corporate Finance Journal*, **5**: 6 - 13.
- Nichols, N. A. (1994). Scientific Management at Merck: An Interview with CFO Judy Lewent, *Harvard Business Review*, **Vol. 72(1)**, pp. 88-99.
- zoğul O. C., (2006). Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Değerlemesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı: Hastane Bilgi Sistemi Uygulaması, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- zoğul S. A., & lengin B., (2006). Reel Opsiyonlar ile bilişim Teknolojileri Yatırımlarının Değerlemesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **3(1)**, 15-26
- zoğul, S. A. (2006). Yatırım kararlarının değerlemesinde reel opsiyonlar: Bilişim teknolojileri yatırım uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Öztürk S., (2010). Reel opsiyonlar ile yatırım projelerinin değerlendirilmesi: Madencilik sektöründe bir uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Perlitz, M., Peske, T., & Schrank, R. (1999). Real options valuation: the new frontier in R&D project evaluation? *R&d Management*, **29(3)**, 255-270.
- Pivorien, A. (2017). Real options and discounted cash flow analysis to assess strategic investment projects. *Economics and Business*, **30(1)**, 91-101.
- Quigg, L. (1994). Optimal land development,” In L. Trigeorgis (ed.), *Real Options in Capital Investment: New Contributions Praeger, New York*
- Safarov, S. (2009). Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyon yöntemi ve enerji sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Santos, L., Soares, I., Mendes, C., & Ferreira, P. (2014). Real options versus traditional methods to assess renewable energy projects. *Renewable Energy*, **68**, 588-594.
- Savolainen, J. (2016). Real options in metal mining project valuation: Review of literature. *Resources Policy*, **50**, 49-65.
- Sevinç, E. (2012). Proje Değerlendirmesinde Real Opsiyon Değerleme Yöntemi ve Uygulamaları. [https://scholar.google.com.tr/scholar?start=10&q=sevin%27%A7+erkan,+proje+de%27C4%9Ferlendirilmesinde+reel+opsiyon+de%27C4%9Ferleme+y%27C3%B6ntemi+ve+uygulamalar%27C4%B1.&hl=tr&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.com.tr/scholar?start=10&q=sevin%27%A7+erkan,+proje+de%27C4%9Ferlendirilmesinde+reel+opsiyon+de%27C4%9Ferleme+y%27C3%B6ntemi+ve+uygulamalar%27C4%B1.&hl=tr&as_sdt=0,5) Erişim tarihi: 23.12.2020
- Smit, H. T., & Trigeorgis, L. (2006). Strategic planning: valuing and managing portfolios of real options. *R&D Management*, **36(4)**, 403-419.
- 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)**.
- Tekin, Z. (2014). Sermaye Bütçelemesinde Geleneksel Yöntemlere Alternatif Olarak Reel Opsiyonlar Yöntemi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Titman, S., (1985). Urban land prices under uncertainty, *American Economic Review*, **Vol. 75**, ss. 505–514.
- Toptaş, B. (2016). Rüzgâr enerjisi santrali (RES) yatırımlarının değerlemesinde reel opsiyon yaklaşımı ve örnek bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Trigeorgis, L. (2005). Making use of real options simple: An overview and applications in flexible/modular decision making. *The Engineering Economist*, **50(1)**, 25-53.
- Trigeorgis, L., & Tsekrekos, A. E. (2018). Real options in operations research: A review. *European Journal of Operational Research*, **270(1)**, 1-24.



- Uygurtürk, H. (2012). Stratejik yatırım kararlarının verilmesinde reel opsiyon yaklaşımı: Kömür sektörü üzerine bir uygulama. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Uzunlar, E. ve Aktan, M. (2005). **Finansal Opsiyonlar, Gerçek Opsiyonlar ve Uygulamaları**, Ankara: Gazi kitabevi.
- Vahdatmanesh, M. & Firouzi, A. (2017). Real Options Valuation for Residential Real Estate Development Projects, The 1st International & 3rd National Conference of Construction & Project Management. Tahran/İran.
- Walters, Chris; Tim Giles; “Using Real Options in Strategic Decision Making”, [http://mba.tuck.dartmouth.edu/paradigm/spring2000/articles/walters-decision\\_making](http://mba.tuck.dartmouth.edu/paradigm/spring2000/articles/walters-decision_making), Spring 2000.
- Williams, J. (1991). Real estate development as an option, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 4, ss. 191–208.
- Yeo, K. T., & Qiu, F. (2003). The value of management flexibility—a real option approach to investment evaluation. *International journal of project management*, 21(4), 243-250.
- Yıldırım, E. (2007). Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Madencilik Sektöründe Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Özüleme Ana Bilim Dalı, Finansman Programı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Zeng, S., & Zhang, S. (2011). Real options literature review. *IBusiness*, 3(01), 43.
- Zhang, M. M., Zhou, P., & Zhou, D. Q. (2016). A real options model for renewable energy investment with application to solar photovoltaic power generation in China. *Energy Economics*, 59, 213-226.
- Trang, N. T., Takezawa, N., & Takezawa, N. (2002). Real Options and The Evaluation of Research and Development Projects in The Pharmaceutical Industry: A Case Study (Special Issue on Theory, Methodology and Applications in Financial Engineering). *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 45(4), 385-403.

## Ekler

### EK:1 Black-Scholes Opsiyon Fiyatlandırma Modeline göre reel opsiyon değeri hesaplaması

Bu hesaplama aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

#### EK 2: NBD hesaplaması

	Net nakit girişleri	1.TL'nin bugünkü değeri	Net nakit girişlerinin bugünkü değeri
$t_1$	100000	0.862	86.200
$t_2$	110000	0.756	83.160
$t_3$	121000	0.641	77.561
$t_4$	132000	0.552	72.864
$t_5$	145000	0.476	69.020
Net nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı			388.805
Yatırım tutarı			500.000
NBD			-111.195

#### EK 3: NBD hesaplaması

	Net nakit girişleri	1.TL'nin bugünkü değeri	Net nakit girişlerinin bugünkü değeri
$t_1$	100000	0.862	86.200
$t_2$	110000	0.756	83.160
$t_3$	121000+200000	0.641	205.761
$t_4$	224400	0.552	123.869
$t_5$	246500	0.476	117.334
Net nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı			616.324
Yatırım tutarı			500.000
NBD			116.324