

Reel opsiyonlar ile bilişim teknolojileri yatırımlarının değerlemesi

Selçuk Altan ÖZOĞUL*, **Burç ÜLENGİN**

İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Programı, 34437, Taşkışla, Taksim, İstanbul

Özet

Karar vericiler, bilişim teknolojileri (BT) yatırımlarını değerlerken risk ve belirsizlikle başa çıkmak zorundadırlar. Net Bugünkü Değer ve İç Verim Oranı gibi klasik değerlendirme tekniklerinin risk ve belirsizliği değerlendirme sürecine katmadaki yetersizlikleri yöneticileri karar aşamasında sıklıkla iç-güdülerini kullanma zorunluluğunda bırakmaktadır. Reel opsiyonlar yaklaşımı bir yatırımın bünyesinde barındırdığı risk ve belirsizliği değerlendirme sürecine katan alternatif bir tekniktir. Bu makalede erteleme esnekliğine sahip gerçek bir BT yatırımı reel opsiyonlar yaklaşımıyla incelenmiştir. Bu amaçla standart Black-Scholes modeli üzerinde bazı düzenlemelere gidilerek, riskten kaçınan yatırımcıların beklentilerini dikkate alabilecek ve aynı zamanda, Black yaklaşımıyla, erken uygulanma özelliğine sahip Amerikan tipi opsiyonlar için kullanılabilir, Microsoft® Excel tabanlı bir matematiksel model oluşturulmuştur. Sunulan model, bir e-ticaret şirketinin önündeki modernizasyon projesinin değerlemesinde kullanılmıştır. Önerilen otomasyon, gerek nakit akışlarını gerekse de ana ekonomik faktörleri dikkate alarak, karar vericiye etkin ve esnek bir çözüm sunmaktadır. Ortaya konan kapsamlı yol haritası model parametreleri cinsinden hassasiyet analizi sunmakta ve parametreler arası bağlantıları ortaya koymaktadır. Çalışmanın neticesinde, negatif NBD'e sahip bir BT projesinin bile bünyesinde barındırdığı potansiyel değerlerle bağlı olarak karlı bir yatırıma dönüşebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *BT yatırımları, BT yatırımlarının değerlendirilmesi, BT yatırım riskleri, opsiyon değerlendirme modelleri, reel opsiyonlar, risk yönetimi.*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Selçuk Altan ÖZOĞUL. ozogul@hotmail.com; Tel: (212) 296 80 64.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Programı'nda tamamlanmış olan "Yatırım kararlarının değerlendirilmesinde reel opsiyonlar: Bilişim teknolojileri yatırım uygulaması" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 30.03.2006 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 23.05.2006 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.06.2007 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Valuing information technologies investments with real options

Extended abstract

Decision makers, while evaluating information technology (IT) investments, have to cope with risk and uncertainty. The insufficiency of traditional valuation techniques like Net Present Value and Internal Rate of Return, in counting risk and uncertainty to valuation process, forces executives often to rely on their instincts when taking final decisions.

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

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

DA is a useful tool for strategic decision-making because it accounts for uncertainty and managerial flexibility. DA allows management to structure the decision problem by mapping hierarchically all the feasible consequences contingent on possible scenario. DA differs from NPV in that it does not only base its decisions on information available today, but assumes that new information will be acquired as the project evolves and this information may even change the optimal choice for the project.

Though DA addresses some of the fallbacks observed in traditional valuation methods, its wide

spread application in practice is limited because determining the appropriate discount rate is still subject to question and solving the model is analytically cumbersome if all the possible outcomes are embedded inside the model.

Nowadays, researchers are convinced that investment models require strategic and financial considerations to be reconciled and integrated. Recognizing the shortcomings of NPV and DA techniques, real options analysis has been suggested as an alternative approach that considers the risks inherent in an investment while recognizing the ability of corporations to defer an investment until a later period with the expectation of better market conditions.

With the advancements in options theory and the enhancement in the valuation of a wide range of complex options, the valuation of real-life option cases are getting attainable. This paper introduces a real-life application to the valuation of IT investment projects with deferral flexibility by means of option pricing theory. For this purpose a mathematical model is developed through modifying standard Black and Scholes model that can handle the early exercise feature of American type options via Black approximation and also considers the expectations of the risk-averse investors. The presented model is applied to evaluate an investment opportunity targeting the modernization of the web based sales channel of an e-commerce company. A computer based analysis tool is developed for this purpose. Suggested automation framework provides to the decision maker an efficient and flexible solution, while taking into account all possible cash flows and also major economical factors, to deal with possible different future market scenario. This illustrative road map gives a comprehensive sensitivity analysis in terms of model parameters and exposes their interactions.

Further investigations showed that even an IT project with negative NPV, when taking into account strategical formations of market conditions, can turn to a profitable occasion.

Keywords: *IT investments, IT investment evaluation, IT investment risk, option-pricing models, real options, risk management.*

Giriş

Belirsizliğin kelime anlamı, bir kişi ya da bir şey hakkında yeterince bilgi sahibi olmamaktır. Belirsizliğin değer yaratmasına imkan veren temel nitelik, gelecekte çözüme kavuşma kapasitesidir. Belirsizliğin kötü tarafı genellikle risk olarak kabul edilir (Bernake, 1983). Bu fikri yatırım projeleriyle ilişkilendirdiğimizde, risk, projeye ilgili bir şeyin yanlış gitmesi durumunda, firmanın ilk etapta projenin yapılması kararını haklı kılan beklenen getirinin elde edilememesi ihtimali olarak düşünülebilir. Yöneticiler firmanın çıkarları doğrultusunda belirsizliği etkin ve doğru şekilde nasıl yönetebileceklerini öğrenmek zorundadırlar.

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

NBD metodu yönetsel esnekliği dikkate almadan proje değerini hesaplamaktadır. Bunun sebebi NBD metodunun projenin nakit akışının daha önceden belirlenen sabit bir senaryo dahilinde gerçekleşeceğini ve karar vericilerin belirlenmiş yönetim stratejisini pasif olarak takip edeceğini varsaymasıdır (Trigeorgis, 1996). NBD metodu yöneticileri, belli bir tarihte, sadece o tarihe ait bilgileri kullanarak, projeyi yapma ya da yapmama kararıyla sınırlamaktadır (Copeland ve Antikarov, 2001).

KA, belirsizliği ve yönetsel esnekliği değerlendirme sürecine katabildiği için, stratejik karar alma süreçlerinde kullanılan oldukça faydalı bir araçtır. KA metodunun kullanımı, yöneticilere, karar problemindeki olası senaryolara (muhtemel olaylar) bağlı tüm makul sonuçları hiyerarşik olarak eşleme imkanı sunmaktadır. KA, kararlarını sadece bugünden elde edilebilen bilgiler üzerine temellendirmediğinden, projenin gelişimiyle birlikte yeni bilgilerin elde edilebileceğini ve hatta bu bilgilerin projenin optimal tercihini dahi değiştirebileceğini varsaymasından dolayı NBD metodundan farklılaşmaktadır (de Neufville, 1990).

KA, yatırım değerlemede bazı sıkıntılara çözüm getirmesine rağmen, pratikte geniş bir uygulama

alanı yoktur. Bunun sebebi, uygun iskonto oranının ne olacağı hakkında soru işaretleri olması ve bütün olası sonuçların modele dahil edilmesi durumunda modelin analitik olarak çözümünün oldukça zahmetli olmasıdır (Brealey ve Myers, 2000).

Değişken piyasa koşullarında esneklik ancak yöneticinin etkin olarak yeni bilgilerle donatılmasıyla sağlanabilir. Bekle ve gör yaklaşımıyla yeni bilgilerin elde edilmesi, yatırımların değerlendirilmesi esnasında karşılaşılan belirsizlikleri kısmen de olsa açıklığa kavuşturacaktır (Dixit ve Pindyck, 1994). Yöneticiler çoğunlukla bu erteleme sürecini sezgilerine ve tecrübelerine dayanarak yönetmektedir.

Opsiyonlar teorisi, NBD ve KA gibi yöntemlerin belirsizlik altında sermaye bütçeleme kararlarını değerlendirme esnasındaki yetersizliklerine bir çözüm getirmek üzere geliştirilmiştir ve yöneticilere aradıkları esnekliği sunmaktadır (Amram ve Kulatilaka, 1999).

Bilişim teknolojileri projeleri, doğaları gereği birçok dinamiği ve belirsizliği içlerinde barındırmaktadır. Bu tür yatırımlarda ideal zamanlamanın doğru belirlenmesi kritik bir önem taşımaktadır. Bu anlamda teknoloji ve teknolojinin getirdiği yeniliklerin piyasaya yansımadaki çabukluk ve belirsizlik reel opsiyonlar metodu ile modellenmeye uygundur. Dolayısıyla bu karakteristiğe sahip projelerin zamanlamalarını konu alan çalışmalar ekstra bir önem arz etmektedir.

Bu makalede reel opsiyonlar metodu kullanılarak firmaların bilişim teknolojileri yatırımlarının değerlendirilmesi üzerinde çalışılmıştır. Yapılan vaka incelemesinde, e-ticaret sektöründe hizmet veren gerçek bir firmanın gündeminde olan bir teknolojik alt yapı projesinin ideal zamanlaması işlenmiştir.

Opsiyonlar teorisi

Opsiyonlar teorisi, yatırımların değerlendirilmesi esnasında karşılaşılan belirsizliklere proaktif olarak karşılık vererek, karar verme süreçlerinde yöneticilere yardımcı olmaktadır. Gerçek hayat-

ta karşılaşılan bu zorlukları ortadan kaldırmasının yanı sıra, opsiyonlar teorisi, yatırımlardaki geri dönülmezliği, belirsizliği ve gelecekte olacak bir olayın parasal boyutunu karar verme sürecine katma imkânı sunmaktadır.

Opsiyonlar genelde önceden belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde, önceden belirlenmiş bir fiyattan, taraflardan birinin finansal bir varlığı satın alma (call option) ya da satma (put option) hakkına sahip olduğu ancak bu kararında hiçbir yükümlük taşımadığı iki taraflı bir anlaşma olarak tanımlanır. Yükümlülük taşımadan bu haklara sahip olmanın finansal bir değeri vardır; dolayısıyla yatırımcılar opsiyonun sunduğu hakları satın almak zorundadırlar.

Opsiyonun en önemli özelliği sağladığı getirinin asimetric olmasıdır. Belirsizliğin olumsuz tarafı olan risk sadece opsiyonun maliyetine katlanılarak sınırlı bir seviyede tutulabilirken; belirsizliğin olumlu potansiyelinden faydalanılarak kazanç teorik olarak sonsuza çıkartılabilir. Opsiyonlar değerlerini diğer varlıklar üzerinden kazandıkları için literatürde türev enstrümanlar olarak adlandırılır (Amram ve Kulatilaka,1999).

Opsiyonlar gelecekte işlem görme zamanına göre sınıflandırılabilir. Avrupa tipi opsiyonlar işlem gününden önce işleme konulamamaktadır. Amerikan tipi opsiyonlar ise işlem günü dahil olmak üzere işlem gününe kadar herhangi bir zamanda işleme konulabilir.

Reel opsiyonlar

Reel opsiyonları finansal opsiyonlar ile karşılaştığımızda finansal opsiyonlar sadece finansal bir varlığı satın almak ya da satmakla sınırlı iken, reel opsiyonlar daha genel bir anlamda “birşey yapmak” olarak ifade edilebilir (de Neufville ve Neely 2001). Diğer açılardan finansal ve reel opsiyonlar tamamen benzerlik göstermektedir. Tablo 1’de finansal opsiyonlarla reel opsiyonların mukayesesi verilmiştir.

Reel opsiyonlar, analistlere yönetsel esneklikler ve projenin gelişimi sırasında yapılan stratejik hamleler gibi kolaylıkla nicelleştirilemeyen öğelerin etkilerini yatırımı değerlendirme sürecine kat-

ma imkanı sunar. Ayrıca, arbitraj fiyatlama tekniklerini kullanarak mevcut esneklikleri daha adil bir şekilde değerler ve oluşabilecek bazı değerlendirme hatalarını da düzeltir (Trigeorgis, 1996).

Tablo 1. Finansal opsiyonlar ile reel opsiyonların mukayesesi

| Finansal Opsiyonlar | Reel Opsiyonlar |
|------------------------------------|---|
| Hisse Senedi Fiyatı | Beklenen Nakit Akışlarının Bugünkü Değeri |
| Kullanma Fiyatı | Yatırım Maliyeti |
| Kullanma Tarihine Kalan Süre | Yatırım Yapma Olanlığının Ortadan Kalkmasına Kalan Süre |
| Hisse Senedinin Değerinin Varyansı | Nakit Akışlarındaki Belirsizlik |
| Risksiz Getiri Oranı | Risksiz Getiri Oranı |
| Hissedarlara Düzenli Ödemeler | Opsiyonu Canlı Tutmak İçin Katlanılan Maliyet |

Bununla beraber, NBD metodu ve reel opsiyonlar metodu karar verme sürecinde birbirini tamamlayan araçlar olarak düşünülmelidir. Bazı yatırımların değerlemesi için klasik NBD metodu uygunken, bazıları için reel opsiyonlar metodu uygundur. Klasik yöntemler ılımlı, istikrarlı ve şeffaf iş yapısına sahip, karmaşık olmayan ve güvenilir tahminlerde bulunulmasına imkan tanıyan yatırımların değerlemesinde kullanılmalıdır. Reel opsiyonlar ise, yeni bilgilerin değer katacağı, belirsizlik taşıyan yatırımların karara bağlanmasında kullanılmalıdır (Lint ve Pennings, 2001).

Reel varlık yatırımının gerçek değerini belirlemek için klasik NBD metodu kullanılarak hesaplanan beklenen nakit akışlarının pasif (statik) NBD’i ile, reel opsiyonlar metodu kullanılarak hesaplanan mevcut esnekliklerin değeri birbirlerine eklenmelidir. Reel varlık yatırımının gerçek değeri Geliştirilmiş (Stratejik) NBD olarak adlandırılır.

Reel opsiyonların uygulama alanları giderek genişlemektedir. Günümüzde, reel opsiyonlar sadece doğal kaynakların işletilmesine dayalı projelerle sınırlı değildir. İş stratejilerinin ve piyasa değerinin belirlenmesinde, sözleşme değerlendirme-

sinde, portföy yönetiminde ve risk yönetiminden mühendislik tasarımlarının modellenmesine kadar birçok uygulama alanı mevcuttur. Reel opsiyonlar, doğal kaynakların işletilmesinden, gayrimenkuller, ARGE, bilişim teknolojileri, eczacılık, imalat, yönetim denetimi ve altyapı çalışmalarına kadar pek çok farklı alanda uygulanmaktadır (Triantis ve Borison, 2001).

Opsiyon değerlendirme yöntemleri

Reel opsiyonları değerlemek için kesikli ve sürekli zaman olmak üzere iki temel modelleme yaklaşımı kullanılmaktadır. Çoklu-nominal ağaçlar (multinomial lattices) kesikli zaman yaklaşımını oluştururken; kapalı formda denklemler, stokastik diferansiyel denklemler ve Monte Carlo Simülasyon teknikleri sürekli zaman yaklaşımlarını oluşturmaktadır. Bu yaklaşımlar finansal opsiyon değerlendirme yöntemleri temel alınarak geliştirilmiştir (Miller ve Park, 2002).

En yaygın olarak kullanılan modelleme yaklaşımları Black-Scholes modeli ve binom modelidir. Kapalı form denklemler sınıfına giren Black-Scholes modeli 1973'te temettü ödemesinde bulunmayan Avrupa tipi alım ve satım opsiyonlarını değerlemek için geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan opsiyon fiyatlama tekniklerinin birçoğu Black-Scholes modelinin bir alt kümesidir. Binom modeli, ağaç yaklaşımları arasında en yaygın olarak kullanılanıdır. Nakit akışına bağlı varlığın davranışını yaklaşık olarak tahmin edebilmek için binom ağaçlarını kullanan binom değerlendirme modeli 1979'da Cox, Ross ve Rubinstein tarafından geliştirilmiştir. Araştırmalar, Black-Scholes modelinin, binom modelinin özel bir hali olduğunu, verdikleri sonuçların da birbirlerine yakınsadığını göstermektedir (Cox ve Rubinstein, 1985).

e-ticaret projesi analizi

Türkiye merkezli ABC firmasının mevcut e-ticaret portal yazılımını yenilemesi ya da eskiyle devam etmesi söz konusudur. Firma için bu yatırımın yapılması zorunlu olmamakla beraber, yapılması durumunda pazar ve prestij kaybına sebep olacaktır. Ayrıca projenin baş-

langıç tarihi ertelendikçe, diğer bir deyişle yatırım geciktirildikçe, firma farklı pazar şartları ve mali portrelerle karşı karşıya kalacaktır. Bu durum ABC firması için ideal yatırım zamanlamasını daha da önemli kılmaktadır.

Sektör hakkındaki genel beklentiler, önümüzdeki 6 yıllık periyod boyunca Türkiye pazarının giderek büyüyen cazibesini ve anlamını koruyacağı üzerinedir. Ancak firma yetkilileri yatırıma başlama tarihi konusunda kararsızdırlar. Bunun sebebi e-ticaret pazarının ülkemizde yeni gelişiyor olmasıdır. Zamanından önce bu tip kapsamlı bir teknolojik yatırımın üstlenilmesi, ülkemizdeki pazarın sağlığı nedeniyle ABC firması için mantıklı ve karlı olmayacaktır. Öte yandan yatırımın geciktirilmesinin neden olacağı fırsat maliyeti ve pazar payı kaybı, yöneticileri ideal yatırım zamanının belirlenmesi hususunda kararsızlığa sürüklemektedir.

ABC firmasının durumu, hem klasik NBD metodu hem de reel opsiyonlar metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla reel opsiyonlar yaklaşımını temel alan bir otomasyon geliştirilmiştir. Microsoft® Visual Basic for Applications (VBA) ile yazılan prosedür ve fonksiyonlar ile desteklenen Microsoft® Excel platformu üzerinde ABC firmasının gelecekte karşılaşabileceği olası durumlar, senaryolar irdelenmiştir. Bu senaryoların karar verici tarafından belirlenen parametreler cinsinden ifadesi yazılan rutinlerin meydana getirdiği otomasyon dahilinde sağlanmıştır. Reel opsiyonun değerini etkileyen model parametreleri cinsinden yapılan derinlemesine duyarlılık analizleriyle, esnek, genel kapsamlı ve salt bu uygulamaya özel olmayan bir optimizasyon çerçevesi oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar çeşitli tablo ve grafiklerle görselleştirilmiş ve böylece gerek yatırımın ideal zamanlaması gerekse de temel ekonomik parametreler cinsinden eşik ve kırılma noktaları irdelenmiştir.

Reel opsiyonu değerlendirme unsurları

ABC firmasının sahip olduğu opsiyon e-ticaret projesinin gerçekleşip gerçekleşmemesiyle ilgilidir. Firmanın kullandığı mevcut sistem bütün bu darboğazlara rağmen kritik noktalara ekler ve yamalar yapılarak halen işletilebildiği için, ABC

firması bu yatırımı daha uygun pazar koşullarının oluşacağı bir döneme erteleme esnekliğine sahiptir.

Bir yatırımı belirli bir tarihe kadar erteleme ve bu süre zarfında herhangi bir anda gerçekleştirilme hakkına sahip olunması Amerikan tipi opsiyonlarla ifade edilir (Hull, 1999). Yatırımın ertelenmesi nedeniyle oluşacak fırsat maliyeti ve pazar kaybı ise erteleme süresi boyunca ABC firmasının kaybettiği kazançlar ve dışarıya kattığı nakit akışları olarak düşünülebilir ve genel anlamda dividant olarak kabul edilebilir.

Opsiyon değerini ABC firmasının ilerleyen dönemlerde e-ticaret pazarının daha da gelişeceği öngörüsü oluşturmaktadır. ABC firması bekleyerek pazarın ne şekilde gelişeceğini ve bu süre zarfındaki değişimle nakit akışlarının ne şekilde gerçekleşeceğini görme fırsatına sahiptir. Arzu edilen kazançların elde edilemeyeceği görüldüğü takdirde ABC firması yatırımı gerçekleştirmeyecektir.

Matematiksel model

ABC firmasının sahip olduğu ideal zamanlama opsiyonunun değerlendirilmesi için standart Black-Scholes modeli üzerinde bazı düzenlemelere gidilmiştir.

e-ticaret projesi ön görülen analiz dönemi içerisinde herhangi bir anda gerçekleştirilebilecek olmasından ötürü, ancak Amerikan tipi opsiyonlarla modellenmeye uygundur. Standart Black-Scholes opsiyon değerlendirme modeli ise, Avrupa tipi opsiyonları değerlemede analitik bir çözüm sunmasına karşın, Amerikan tipi opsiyonları değerlemeye uygun değildir. Standart Black-Scholes denklemi aşağıdaki gibidir.

$$C = V N(d_1) - X e^{-r_f T} N(d_2) \quad (1)$$

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

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (3)$$

Burada C, opsiyonun değeri; V, Varlığın değeri (projeden elde edilecek nakit akışlarının bugünkü değeri); X, projenin maliyeti; σ , volatilité; r_f , risksiz getiri oranı; T, opsiyonun ömrü ve N(d), kümülatif normal dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir.

Bu sorunun ortadan kaldırılması amacıyla Black yaklaşımı kullanılacaktır (Hull, 1999). 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; t^* , yatırımımızın da ideal zamanlamasını ortaya koyacaktır. Bu yaklaşımı matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

$$C_{t^*} = \max_{t=0..T} C_t \quad (4)$$

Literatürde Black-Scholes modeline yapılan bir eleştiri ise modelin yatırımcıların risk nötral olduğu varsaymasıdır. Bu varsayım opsiyonun fırsat maliyetinin dikkate alınması gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Fakat projenin değeri zaman geçtikçe değişkenlik gösterecek ve dolayısıyla opsiyonun sahip olduğu risk de dinamik olarak değişecektir. Bununla beraber literatürde çoğu yatırımcıların riskten kaçınan (risk averse) bir yapıya sahip oldukları ve risk nötral değerlendirmenin bilişim teknolojileri gibi piyasada işlem görmeyen yatırımların içerisinde barındığı opsiyonları, aslında olması gerektiğinden daha değerli kıldığı iddia edilmektedir. Trigeorgis (1996), bu iddiayı şu şekilde açıklamıştır. Yöneticiler, piyasadaki yatırımcılar tarafından paylaşılmayan, firmaya özel ya da sektöre özel riskler taşıyan yatırımların değerlendirilmesi esnasında, opsiyon değerini yatırıma özel riski ifade edebilecek bir faktörle iskontolanmalıdır. 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 düşebilir. Bu olay “getiri kısıtlılığı” (rate of return shortfall) olarak tanımlanmıştır.

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

$$C = V e^{-\delta T} N(d'_1) - X e^{-r_f T} N(d'_2) \quad (5)$$

$$d'_1 = \frac{\ln(V/X) + (r_f - \delta + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (6)$$

$$d'_2 = d'_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (7)$$

Burada δ , getiri kısıtlılığını ifade etmektedir.

Model parametreleri

Proje, öngörülen altı yıllık analiz dönemi içerisinde uygun koşulların sağlandığı herhangi bir anda gerçekleştirilebilir. Yöneticiler, projenin azami erteleme süresini ise beş yıl olarak belirlemiştir. Diğer bir değişle, uygun koşulların oluşmasıyla birlikte, proje bu beş yıllık süre zarfı içerisinde herhangi bir yılın herhangi bir çeyreğinde gerçekleştirilebilir. Yöneticiler, projenin öngörülen bu sürenin sonrasında gerçekleştirilmesini, stratejik olarak oldukça geç ve finansal açıdan da anlamsız olacağından, uygun görmemektedirler.

Projenin devreye alınması için altı aylık bir süre gerekmektedir. İki çeyreklik bu süre zarfında bir gelir elde edilemeyeceği düşünülmektedir. Projenin maliyet bileşenlerini donanım, yazılım ve lisanslama ücretleri, alınan profesyonel danışmanlık hizmetleri, proje yönetim maliyetleri ve dışarıdan tedarik edilen hizmetler oluşturmaktadır. Projenin devreye alınması esnasında herhangi bir işletme gideri yoktur. Bu maliyet bileşenleri dikkate alınarak, toplam proje maliyeti

12000 YTL olarak belirlenmiştir. Bu maliyetin geçen her yıl %3 oranında düşebileceği öngörülmüştür. Projenin nakit giriş ve çıkışlarının ise şu şekilde oluşacağı düşünülmektedir. Üçüncü çeyrek itibarıyla 500 YTL'lik gelir elde edilmeye başlanacaktır. Bu gelirin pazardaki büyümeyle ilgili olarak, altıncı yılın sonuna kadar, çeyrek başına %10'luk oranda artması beklenmektedir. Üçüncü çeyrekte başlayarak, her çeyrekte, altıncı yılın sonuna kadar sabit olarak 800 YTL'lik işletme gideri oluşacağı öngörülmüştür. İşletme giderlerini versiyon güncelleme ve bakım işlemleri, lisans yenileme ve periyodik olarak alınan profesyonel danışmanlık hizmetleri oluşturmaktadır. Opsiyonun ömrü boyunca sabit kalacağı varsayılan risksiz getiri oranı %7 iken, danışmanların projenin nakit akışlarını iskontolamak için öngördükleri oran ise %12'dir.

Projenin bünyesinde bulundurduğu opsiyon dikkate alınmadan, konvansiyonel yatırım değerlendirme tekniği ile hesaplanan Statik NBD'i -346.89YTL çıkmaktadır. Proje NBD'inin negatif olması bu şartlar altında yatırımın gerçekleştirilmesini rasyonel kılmamaktadır. Bununla beraber projenin bünyesinde barındırdığı stratejik unsurlar dikkate alındığında, ilerleyen dönemlerde projenin karlı bir yatırıma dönüşebileceği de düşünülmektedir. Bunun sebebi, klasik NBD metoduyla hesaplanan proje değerinin, müşteri işlemlerinin daha kısa sürede gerçekleşmesi, alışveriş esnasında oluşabilecek teknik hataların düşmesi ve müşterilere yaptıkları işlemlerle ilgili daha detaylı takip bilgisi verilerek toplam müşteri memnuniyetinin artırılması gibi yatırımın firmaya sunduğu diğer stratejik faydaları içermemesidir.

Projenin bünyesinde barındırdığı opsiyon değerinin hesaplanabilmesi için yukarıda belirtilenlere ek olarak, volatilité ve getiri kısıtlılığı parametrelerinin tanımlanması gerekmektedir. Hem ABC firma yöneticilerinin hem de firma danışmanlarının sektör hakkındaki uzman görüşleri dahilinde hemfikir oldukları geleceğe yönelik beklentileri yansıtan parametrelerden, nakit akışlarındaki belirsizliği ifade etmekte kullanılan volatilité parametresi %50 olarak kabul

edilmiştir. Riskten kaçınan yatırımcıların üstlendikleri riske karşı tutumlarını modele katmamıza imkan sunan getiri kısıtlılığı parametresi ise, ilk etapta %0 olarak kabul edilmiştir. Diğer bir deyişle temel kurgu yatırımcıların risk nötral olduğu varsayılarak oluşturulmuştur. Temel kurguyu oluşturan parametreler Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Temel kurguyu oluşturan model parametreleri

| Parametre | Değerler |
|---|-----------|
| Projenin Maliyeti (Kullanım Fiyatı) (X) | 12000 YTL |
| Maksimum Erteleme Süresi (T_{max}) | 5 yıl |
| Risksiz Getiri Oranı (r_f) | %7 |
| Risk Uyarılı İskonto Oranı (r_i) | %12 |
| Volatilite (σ) | %50 |
| Getiri Kısıtlılığı (δ) | %0 |

Tablo 2’de belirtilen ve temel kurguyu oluşturan model parametrelerinin uzman görüşünün dışında gerçekleşmesi durumunda opsiyon değerinde, Geliştirilmiş NBD’de (GNBD) ve İdeal Yatırım Zamanlaması’nda (İYZ) ne şekilde değişikliklere sebep olabilecekleri yapılan duyarlılık analizleri ile irdelenmiştir. Tablo 3’te model parametrelerinin alabilecekleri farklı değerler belirtilmiştir. Bu değerlerin oluşturduğu bütün kombinasyonlar geliştirdiğimiz otomasyon programı tarafından farklı opsiyon değeri ve GNBD sunan senaryolar olarak hesaplanmıştır. İleriki bölümde model parametrelerinin opsiyon değeri ve GNBD’e ve İYZ’na olan etkisi grafiklerle beraber yorumlanmıştır.

Tablo 3. Duyarlılık analizleri yapılacak model parametreleri

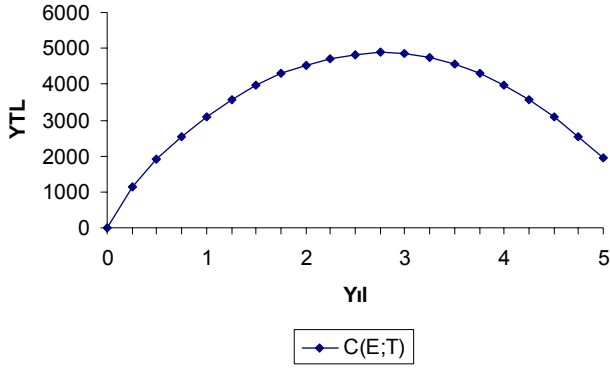
| Parametre | Değerler | | | | | |
|-----------------|----------|-------|-------|------|-------|-----|
| X (YTL) | 11000 | 12000 | 13000 | | | |
| X Değ. (%) | %2 | %3 | %4 | | | |
| σ | %20 | %25 | %30 | %35 | | %80 |
| T_{max} (yıl) | 2 | 2.25 | 2.5 | 2.75 | | 5 |
| r_f | %5 | %6 | %7 | %8 | %9 | %10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

Duyarlılık analizleri

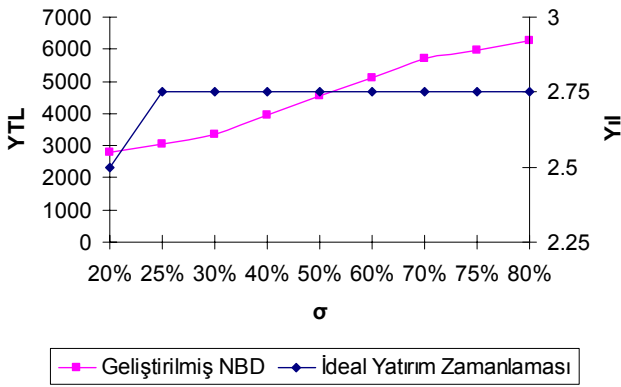
Tablo 3’te belirtilen değişkenleriyle beslenen modelimizden elde edilen sonuçlar, tablolar ve şekiller eşliğinde gösterilmiş ve yarattıkları etkiler detaylı olarak irdelenmiştir

Yatırım ufkunun beş yıl olarak belirlenmesi durumunda temel kurguyu oluşturan model parametreleri ile opsiyon değerinin zamana göre değişimi belirtilmiştir (Şekil 1). Eğri üzerindeki her nokta, çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların sunduğu değeri vermektedir. Avrupa tipi opsiyonlar içinden değeri en yüksek olanı, Amerikan tipi erteleme opsiyonunun ideal uygulama zamanını vermektedir. Eğrinin tepe noktasını oluşturan 4880.23 YTL değere sahip olan Avrupa tipi opsiyon, ABC firmasının e-ticaret projesini gerçekleştirmesi gerektiği ideal yatırım zamanının üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonunda olduğunu göstermektedir. Bunun sebebi, firmanın sahip olduğu Amerikan tipi erteleme opsiyonunun azami değerine bu zaman diliminin sonunda ulaşmasıdır.

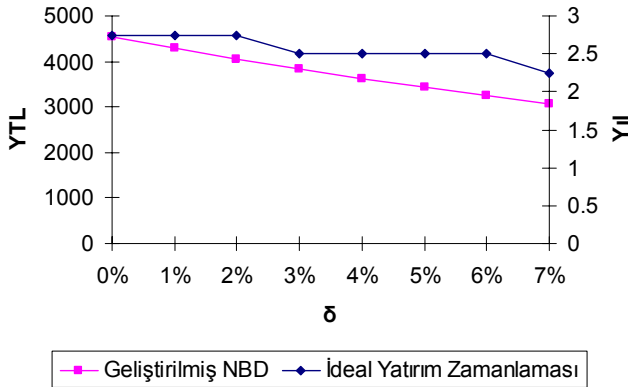
Temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak belirsizliğin ideal yatırım zamanlaması üzerine olan etkisi incelendiğinde (Şekil 2); opsiyon değerinin artış göstermesine rağmen göreceli olarak e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlaması üzerinde bir etki yaratmadığı gözlenmiştir. Sadece volatilite %25 seviyesinin altına indiğinde ideal yatırım zamanlamasının bir periyod öne gelerek üçüncü yılın ikinci çeyreğinin sonunda olması gerektiği gözlenmiştir. Belirsizlik azaldıkça karar vericiler daha net bir şekilde önlerini görebilecekleri için yatırımı daha öne çekebileceklerdir. Fakat benzer yatırımlar yapmak arzusunda olan yatırımcılar için de daha net karar verme koşulları oluşacağından paylaşılan ya da ortak opsiyonlar barındıran yatırımlar pazar dinamiklerini belirleyen stratejik yatırımlar olmaktan uzaklaşacaktır. Piyasa koşullarının marjinal bir belirsizlik taşıdığı (volatilite %80 iken) durumda bile, modelimiz ideal yatırım zamanlaması için üçüncü yılın üçüncü çeyreğini işaret etmektedir.



Şekil 1. Çeyrek sonlarında hesaplanan Avrupa tipi opsiyonların değeri



Şekil 2. σ 'nın GNBD ve İYZ'na olan etkisi



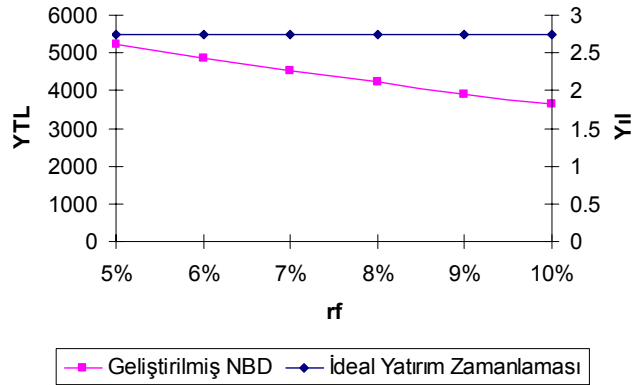
Şekil 3. δ 'nın GNBD ve İYZ'na olan etkisi

Şekil 3'te gösterildiği üzere, temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak getiri kısıtlılığındaki artışın ideal yatırım zamanlaması üzerine olan etkisi incelendiğinde; opsiyon değerinin azaldığı ve dolayısıyla firma sahibinin ya da genel olarak riskten kaçınan yatırımcıların tercihinin e-ticaret projesinin daha önceki bir

tarihte gerçekleşmesini tercih edecekleri gözlenmiştir.

Kırılma noktaları şekilden de görülebileceği üzere, getiri kısıtlılığının %3'ler mertebesine ve bir sonraki adımda ise %7 mertebesine çıktığı yerlerde olmaktadır. Bu olay ideal yatırım zamanlamasını, sırasıyla üçüncü yılın üçüncü çeyreğinden, üçüncü yılın ikinci çeyreğine ve sonrasında getiri kısıtlılığının en üst değerine yükselmesiyle beraber, üçüncü yılın birinci çeyreğine kadar çekmektedir.

Temel kurguyu oluşturan model parametreleri kullanılarak risksiz getiri oranının ideal yatırım zamanlaması üzerine olan etkisi incelendiğinde (Şekil 4); opsiyon değerinin düşüş göstermesine rağmen göreceli olarak e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlaması üzerinde bir etki yaratmadığı gözlenmiştir. Model yine ideal yatırım zamanının, üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonu olması gerektiğini göstermektedir.



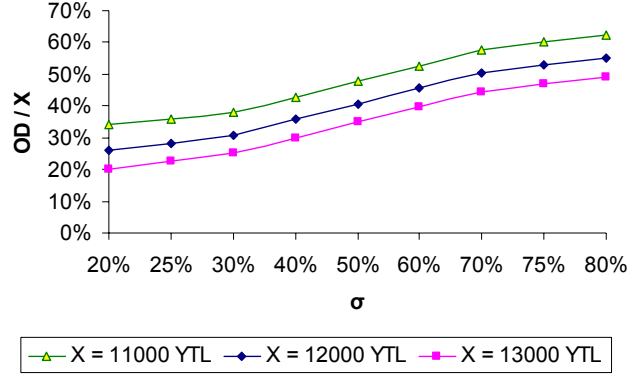
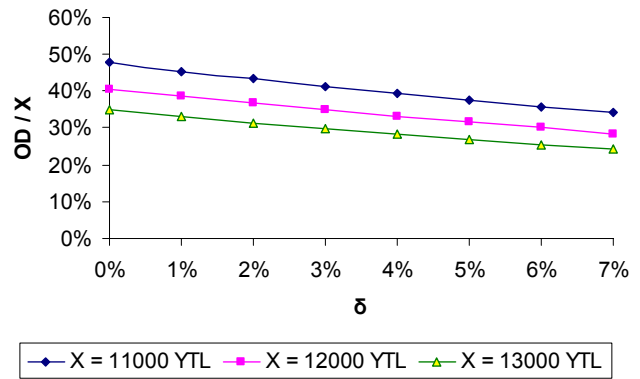
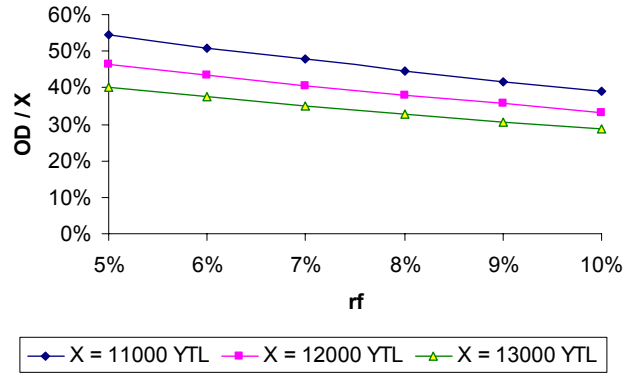
Şekil 4. r_f 'nin GNBD ve İYZ'na olan etkisi

e-ticaret projesinin gerçekleşme maliyetindeki değişimin ideal yatırım zamanlaması üzerindeki etkisinin irdelenmesi amacıyla, matematiksel modelimizdeki projenin gerçekleştirilme maliyeti olan 12000 YTL'lik temel kurguya ek olarak 11000 YTL'lik ve 13000 YTL'lik alternatif proje maliyetleri için de değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, teknolojik gelişmeye paralel olarak, proje maliyetindeki farklı ucuzlama beklentileri de dikkate alınarak incelenmiştir. Ancak, proje maliyetindeki yıllık bazdaki bu değişimler ideal yatırım zamanlamasını değiş-

tirmemektedir. Model yine ideal yatırım zamanının üçüncü yılın üçüncü çeyreğinin sonu olması gerektiğini göstermektedir. Buna ek olarak başka bir firmadan da muadil bir proje için fiyat (hizmetin) alınması durumunda, aradaki fark yazılım ve donanım maliyetleri çıkarıldığında uzman görüşü dahilinde 10% civarında olduğu belirtilmektedir. Bu anlamda modelimizin kapsadığı değişik proje maliyetleri parametreleri farklı firmaların verebileceği muadil projelerin fiyatlarını kapsayacak şekilde opsiyonu değerlendirme imkanını bize sunmuştur. Diğer bir değişle muadil olarak kabul edilebilecek farklı bir e-ticaret projesi satın alınsa da, bu pazar koşulları dikkate alındığında ideal yatırım zamanlamasını etkilemeyecektir.

ABC firmasının sahip olduğu yatırım imkanından bağımsız olarak, aynı pazara yönelik hizmet veren ve benzer yatırım olanaklarına sahip firmalara yönelik bir genelleme de yapılabilir. Burada önemli olan husus kendilerini ABC firmasıyla mukayese edecek firmaların ölçükleri ve riske karşı olan stratejik yaklaşımlarıdır. Bu iki unsur diğer firmaların yöneticileri tarafından dikkatli bir şekilde nicelleştirilebilirse, modelimizin sunduğu sonuçlardan bu firmaların gerçekleştireceği yatırımların ideal yatırım zamanlaması için de genel kanılara varmak mümkün olacaktır. Bu anlamda opsiyon değerine etki eden model parametrelerin, opsiyonun sunduğu değer yatırım maliyetine bölünmesiyle elde edilen, birim opsiyon değeri üzerinde yarattığı etkiye bakmak doğru olacaktır. Bu anlamda 11000 YTL, 12000 YTL ve 13000 YTL'lik yatırım maliyetleri dikkate alınarak sırasıyla belirsizliğin, getiri kısıtlılığının ve risksiz getiri oranının yarattığı birim etkilere bakılmıştır.

Şekil 5'te görüldüğü üzere yatırımın maliyeti düştükçe, belirsizlikteki artışın opsiyon değeri üzerindeki olumlu etkisi daha güçlü bir şekilde oluşmaktadır. Getiri kısıtlılığındaki artışın opsiyon değeri üzerinde yarattığı olumsuz etki Şekil 6'da gösterilmiştir; yatırım maliyeti arttıkça daha yüksek oranlarda hissedilmektedir. Son olarak risksiz getiri oranındaki artışın opsiyon değeri üzerindeki olumsuz etkisi Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu olumsuz etki yatırımın maliyeti arttıkça daha belirgin bir hale gelmektedir.

Şekil 5. σ 'nin yarattığı birim etkiŞekil 6. δ 'nin yarattığı birim etkiŞekil 7. r_f 'nin yarattığı birim etki

Yapılan derinlemesine analizden görüldüğü üzere, firma yöneticilerinin uzman görüşü dahilinde belirlenen ve gerçekleşme olasılığı daha yüksek olan temel kurgumuzu oluşturan model parametrelerinden, özellikle belirsizlik ve getiri kısıtlılığı parametreleri erteleme opsiyonunun değerini ve ideal yatırım zamanlamasını, etkilemektedir. Risksiz getiri oranındaki artış genel olarak opsiyon değerini düşürse de ideal yatırım za-

manlamasını etkilemektedir. Beş yıllık yatırım ufku içerisinde, belirsizlik parametresine bağlı olarak opsiyon değerinin azami değerine ulaştığı Avrupa tipi opsiyon, ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın üçüncü çeyreğini işaret eden opsiyondur.

Bununla beraber ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın ikinci çeyreğini işaret eden Avrupa tipi opsiyonun sağladığı değer ile aralarında %1'lik bir fark mevcuttur. Firma yönetimi için bu %1'lik farkı kazanmak amacıyla projeyi bir periyod daha ertelemek cezbedici olmayabilir. Bir başka deyişle ideal yatırım zamanlamasını üçüncü yılın ikinci çeyreği olarak seçmesi beklenebilir. ABC firmasının yöneticilerini yatırımın zamanlamasını bir çeyrek önceye alma düşüncesi getiri kısıtlılığı parametresinin opsiyon değerine olan etkisi dikkate alındığında daha da belirgin hatta stratejik olarak rasyonel olabilir. Temel kurgu dahilinde getiri kısıtlılığı %3 ila %6 arasında bir değere sahip olduğunda ideal yatırım zamanlamasının üçüncü yılın üçüncü çeyreğinden, üçüncü yılın ikinci çeyreğine gerilediği gözlenmektedir. Bu bilgiler ışığında, getiri kısıtlılığı ile açığa çıkartılan riskten kaçınan yatırımcıların ideal yatırım zamanlaması üzerindeki tutumları ile yatırımı bir çeyrek önce gerçekleminin opsiyon değeri üzerinde yaratacağı kaybın %1 gibi ihmal edilebilir bir seviyede olması koşulları bir arada değerlendirildiğinde ABC firmasının e-ticaret projesinin ideal yatırım zamanlaması olarak üçüncü yılın ikinci çeyreğini seçmesi beklenebilir.

Sonuçlar

Yatırımların bünyelerinde barındırdığı belirsizlikler, değerlendirme işlemi oldukça zahmetli bir hale getirmektedir. Belirsizlik içinde rekabet eden firmaların ihtiyacı, yatırım değerinin öngörülmüş bir senaryo dahilinde belirlenmesinden-se, gelecekte gerçekleşmesi muhtemel farklı piyasa koşulları için optimal kararları almalarına yardımcı olacak bir stratejidir ve NBD, İVO, KA gibi yatırım değerlendirme metotları belirsizliği ve yönetsel esneklikleri bu anlamda değerlemedikleri için firmalara bu imkanı sunamamaktadır. Karar vericiye yetersiz derinlikte, yalın analizler sunmakta; kapsamlı bir yol haritası

çizmekten uzak kalmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemler günümüz piyasa koşullarında sınırlı kullanım alanına sahiptir. Bu noktada opsiyonlar teorisinin yatırımları değerlemede kullanılması yöneticilere aradıkları esnekliği sağlamaktadır. Bu sayede klasik yatırım değerlendirme yöntemlerinin yetersizlikleri ortadan kaldırılmıştır; çünkü opsiyonlar teorisi, yatırımlardaki geri dönüşmezliği, belirsizliği ve gelecekte oluşabilecek bir olayın parasal boyutunu karar verme sürecine katma imkanı sunmaktadır.

Bu makalede, erteleme esnekliğine sahip gerçek bir bilişim teknolojileri yatırımı reel opsiyon yaklaşımıyla incelenmiştir. Bu amaçla standart Black-Scholes modeli üzerinde bazı düzenlemelere gidilerek, riskten kaçınan yatırımcıların beklentilerini dikkate alabilecek ve aynı zamanda Black yaklaşımıyla, erken uygulanma özelliğine sahip Amerikan tipi opsiyonları değerlemek için kullanılacak bir matematiksel model oluşturulmuştur.

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

Çalışmamızda sunulan yol haritasını elde etmekte kullanılan yöntem, sadece ABC firmasının gündemindeki yatırımın fırsatına özel değildir. ABC firmasının sahip olduğu yatırım imkanından bağımsız olarak aynı pazara yönelik hizmet veren ve benzer yatırım olanaklarına sahip firmalara yönelik bir genelleme de yapılmıştır. Opsiyon parametrelerinin yatırım sahiplerine sunduğu birim katkı oranı belirlenerek farklı

mali ölçekteki projeler için de bulgularımızın bir gösterge oluşturması hedeflenmiştir.

Sonuç olarak çalışmamızın konusunu teşkil eden ve klasik yatırım değerlendirme yöntemleriyle analiz edildiğine negatif bir NBD'e sahip olan ve dolayısıyla klasik yönetim tarzıyla direkt olarak çöpe atılacak olan bu e-ticaret projesinin değerlemesinin reel opsiyonlar metodu kullanılarak yapılması, projenin bünyesinde barındırdığı saklı potansiyel değerlerin nicelleştirilmesine imkan sunmuştur. Yapılan analizin neticesinde gözlenen temel katma değer, projeyi uygun koşullar oluşuncaya kadar erteleme imkanının firmaya sunduğu stratejik açılımlardır. Bir başka deyişle ilk etapta zararda görünen projelerin bünyelerinde barındırdığı stratejik değerler ve oluşabilecek piyasa koşulları neticesinde karlı yatırımlara dönüşebileceği gösterilmiştir.

Kaynaklar

- Amram, M., Kulatilaka, N., (1999). Real options: Managing strategic investment in an uncertain world, *Harvard Business School Press*, Boston, MA.
- Bernanke, B.S., (1983). Irreversibility, uncertainty and cyclical investment, *Quarterly Journal of Economics*, 85-106.
- Brealey, R.A., Myers, S.C., (2000). *Principles of Corporate Finance*, 4th ed., McGraw-Hill, NY.
- Copeland, T., Antikarov, V., (2001). *Real Options: A Practitioner's Guide*, Texere, NY.
- Cox, J., Rubinstein, M., (1985). *Options Markets*, Prentice Hall, US.
- de Neufville, R. (1990). *Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Technology Management*, McGraw-Hill, US.
- de Neufville, R., Neely, J.E. (2001). Hybrid real options valuation of risky product development projects, *International Journal of Technology, Policy and Management*, 1, 1, 29-46.
- Dixit, A.K., Pindyck, R.S., (1994). *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, NJ.
- Hull, J.C., (1999). *Options, Futures, & Other Derivatives*, Third edition, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- 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.
- Miller, L. T., Park, C. S., (2002). Decision making under uncertainty: real options to the rescue?, *The Engineering Economist*, 47, 2, 105-150.
- Triantis, A., Borison, A., (2001). Real options: State of the practice, *International Conference on Real Options*, Los Angeles.
- Trigeorgis, L. (1996). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, MIT Press, Cambridge, MA.