

İMKB’de İşlem Gören Aracı Kuruluş Varantları için Etkin Fiyatlandırma Modelinin Belirlenmesi

Determination of Efficient Pricing Model for The Warrants Listed on The ISE

Rıfat KARAKUŞ¹, İsrail ZOR²

ÖZET

Bu çalışmada, İMKB’de işlem gören aracı kuruluş varantları için hangi fiyatlandırma modelinin etkin olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. 2012 yılında işlem gören, İMKB-30 endeksine dayalı 61 alım varantına ait 3,000’den fazla gözlem kullanılarak Black-Scholes, Black-Scholes-Merton, Varyansın Sabit Esnekliği (Karekök Modeli) ve Binomial modeller ile hesaplanan günlük varant fiyatlarının piyasa fiyatından farklılaşmaları dikkate alınarak test edilmiştir. Karda/zararda olma durumlarına göre 3 gruba ayrılan varantlar için modellerden elde edilen fiyatlar ile piyasa fiyatlarının istatistiksel olarak farklılaşması bağımsız t testi kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda karda olan varantlar için Black-Scholes-Merton modeli etkin model olarak belirlenirken, başabaş ve zararda olan varantlar için Black-Scholes modeli ile Black-Scholes-Merton modelleri arasında kararsız kalınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Varant, opsiyon fiyatlandırma modelleri, İMKB.

ABSTRACT

The aim of the study is to determine the efficient pricing model for the warrants traded on the ISE. By using more than 3,000 observations about the call warrants that’s underlying security is ISE-30 Index and traded in 2012, Black-Scholes, Black-Scholes-Merton, Square Root Constant Elasticity Variance and Binomial models are tested according to difference between model and market prices. Also independent t test is used to explain the statistical efficiency of differences between model and market prices for warrants that are grouped according to their moneyness degree. As a result of the study, Black-Scholes-Merton model is the most efficient model for in-the-money warrants, but it is not possible to choose one of the models that are Black-Scholes and Black-Scholes-Merton for at-the-money and out-of-the-money warrants.

Keywords: Warrant, option pricing models, ISE.

1. GİRİŞ

Varant, belirli bir tarihte belirli bir fiyattan varantı ihraç eden şirketin hisse senedini alma hakkı veren opsiyon olarak tanımlanmaktadır. Tanımda yer alan bazı üstü kapalı unsurların değişkenlik göstermesi mümkündür. Kullanım fiyatının belirlenen ara dönemlerde revize edilebilmesi, ihraççı şirket tarafından varantın vadesinin uzatılabilmesi veya vadesinden önce çağrılabilmesi değişkenlik gösteren bu unsurların temel örnekleridir (Mayo, 2010, s.708).

Türkiye’de varantların Borsa’ya kotasyonu ve işlem görmesine ilişkin usul ve esaslar 05.01.2010 tarih ve 318 sayılı İMKB Genelgesi ile düzenlenmiş ve varantlar 2010 yılından itibaren işlem görmeye başlamıştır. Aracı kuruluşlar tarafından ihraç edilerek piyasada işlem görmeye başlayan varantlar, temel bazı özellikleri taşıyamaması ile diğer ülkelerde işlem görenlerden farklılaşmaktadır. İlk olarak, varantların dayanak varlığı oluşturan hisse senedinin ait olduğu şirket tarafından değil, aracı kuruluşlar tarafından ihraç edilmeleri, nakdi uzlaşmayı ve varantın va-

desinde karda olması durumunda şirket tarafından yeni hisse senetleri ihraç edilerek sulandırma etki yapmamasını beraberinde getirmektedir (Kolb, 1995:316). Türkiye piyasaları için yeni bir türev ürün olan varantların likiditesini sağlamak amacıyla piyasa yapıcılı bir mekanizma oluşturulması, fiyatlamada sınırlamalara neden olmaktadır. Varantların yedi yıla kadar vade taşıdığı örneklerle karşılaştırıldığında aracı kuruluş varantlarının kısa vadelere sahip olduğu söylenebilir. Yine bazı varant sözleşmelerinde yer bulabilen vade tarihinin uzatılması veya vadeden önce çağrılma seçenekleri uygulamada mümkün olmayan özelliklerdir.

Opsiyonların değerlendirilmesinde kullanılan ve literatürde yoğunlukla yer bulan modeller; Black-Scholes Modeli, Black-Scholes-Merton Modeli, Varyansın Sabit Esnekliği (Karekök Modeli) Modeli ve Binomial Modeli’dir. Literatürde, opsiyonların değer tespitine ilişkin farklı varsayımlara dayanan farklı fiyatlandırma modelleri bulunması, hangi modelin ilgili piyasa için daha etkin¹ olduğunun belirlenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Belirtilen bu ihtiyacı gidermek amacıyla

¹ Öğr. Gör., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, rifatkarakus@karatekin.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, israfilzor@kku.edu.tr

Türkiye dışındaki piyasalarda işlem gören varantlara ait fiyatların hangi modellerle açıklanabileceğini test eden çalışmalar mevcut iken Türkiye’de bu ihtiyacı giderecek bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Türkiye piyasası için yeni bir finansal enstrüman olan varantların fiyatlanması için etkin yöntemi belirlemeye yönelik henüz yapılmış çalışma bulunmaması, bu çalışmanın yapılmasında en önemli isteklendirici unsur olmuştur. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde önce literatür taramasına yer verilmiş, opsiyon fiyatlama modelleri açıklanmış, sonra da ampirik bir uygulama ile etkin modelin tespiti yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Varant fiyatlamasında hangi opsiyon fiyatlama modelinin daha etkin olduğuna ilişkin çalışmalar genellikle Amerikan şirketleri tarafından ihraç edilen varantlar üzerinde yoğunlaşmasına (Noreen ve Wolfson, 1981; Lauterbach ve Schultz, 1990; Hauser ve Lauterbach, 1997) rağmen diğer ülke şirket varantları için de yapılmış çalışmalar (Frino vd. 1991; Kuwahara ve Marsh, 1992; Shastri ve Sirodom, 1995; Santoso, 2000; Boonchuaymetta ve Treerapot, 2007; Jianfeng vd. 2011) bulunmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalara ait örnek kütleler, yöntemler ve sonuçlar aşağıda (Tablo 1) özet bir şekilde sunulmaktadır.

Tablo 1: Literatür Taraması

Çalışmayı Yapan/ Yapanlar	Örnek Kütle	Karşılaştırılan Modeller	Yöntem	Sonuç
Noreen ve Wolfson (1981)	New York ve Amerika Menkul Kıymetler Borsaları’nda 1968-1978 yılları arasında işlem gören 52 varant	Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS ve Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş SRCEV	t testi	Modellerin farklılaşmadığı sonucuna varılmıştır.
Lauterbach ve Schultz (1990)	New York ve Amerika Menkul Kıymetler Borsaları’nda 1971-1980 yılları arasında işlem gören 39 varant	Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS ve Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş SRCEV	t testi	SRCEV modelinin BS modeline göre daha etkin olduğu tespit edilmiştir.
Frino vd. (1991).	Avustralya Opsiyon Piyasasında 1990 yılında işlem gören 29 varant	BS	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı	BS modelinin Avustralya piyasası için etkin olduğunu ortaya koymuştur.
Kremer ve Roenfeldt (1993)	New York ve Amerika Menkul Kıymetler Borsaları’nda 1981-1985 yılları arasında işlem gören 75 varant	Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS ve Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş Sıçrama Difüzyon (Jump-Diffusion) Modeli	t testi	Genellikle BS modelinin daha etkin olduğu, zararda varantlar ile tarihsel olarak büyük ve/veya sık sıçramalara sahip hisse senetlerine dayanan varantlar için Sıçrama Difüzyon Modelinin tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.
Shastri ve Sirodom (1995)	Tayland Menkul Kıymetler Borsası’nda 1992 yılında işlem gören 4 hisse senedini dayanak alan varantlar	Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS ve SRCEV	t testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	Her iki modele göre de karda varantların düşük, zararda varantların yüksek fiyatlandığı ve SRCEV modelinin daha etkin olduğuna ulaşılmıştır.
Roon ve Veld (1996)	Amsterdam Menkul Kıymetler Borsası’nda 1992-1993 yılları arasında işlem gören DAX, CAC 40 ve FT-SE 100 endekslerini dayanak alan varantlar	BS (DAX için), BSM (CAC 40 ve FT-SE 100 için) ve SRCEV	*	Model sonuçlarının farklılaşmadığı ve CAC-40 ve FT-SE 100 endekslerini dayanak alan varantların düşük, DAX endeksini dayanak alan varantların ise yüksek fiyatlandığı tespit edilmiştir.
Chen vd. (1997)	Londra Menkul Kıymetler Borsası’nda 1990-1991 yılları arasında işlem gören FT-SE 100 Endeksini dayanak alan varantlar	David-Richardson-Son Modeli ve SRCEV	t testi	Her iki modelin de yüksek etkinliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 1 (Devamı)

Hauser ve Lauterbach (1997)	New York ve Amerika Menkul Kıymetler Borsaları'nda 1971-1980 yılları arasında işlem gören 29 varant	BS, Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS, Longstaff Uzatılabilir Varant, SRCEV ve Varyansın Sabit Esnekliği Serbest Teta Modelleri	t testi	Varyansın Sabit Esnekliği Modellerinin diğer modellere göre daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.
Santoso (2000)	Jakarta Menkul Kıymetler Borsası'nda 1997-2000 yılları arasında işlem gören 10 varant	BSM ve Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BSM	t testi	Sulandırma etkisinin BSM modeline dahil edilmesinin modelin fiyatlama performansını yükselttiği sonucuna varılmıştır.
Lekkas (2002)	Toronto Menkul Kıymetler Borsası'nda 1982-2002 yılları arasında işlem gören 412 hisse senedi varantı	BS ve Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş Binomial Model	t testi	BS modelinin Binomial modele göre daha etkin olduğu, ancak model ile elde edilen fiyatların piyasa fiyatlarından önemli sapmalar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.
Boonchuaymetta ve Kongtoranin (2007)	Tayland Menkul Kıymetler Borsası'nda 2002 yılında işlem gören 14 varant	BS, Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS ve SRCEV	*	Karda ve uzun vadeli olan varantlar için SRCEV modelinin, zararda ve kısa dönemli varantlar için BS modelinin üstün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Jianfeng vd. (2011)	Şangay ve Shenzhen Menkul Kıymetler Borsalarında 2005-2010 yılları arasında işlem gören 26 varant	BS, Sulandırma Etkisi Dahil Edilmiş BS, SRCEV ve Varyansın Sabit Esnekliği Serbest Teta Modelleri	t testi	Varyansın Sabit Esnekliği Serbest Teta Modelinin en düşük ortalama mutlak farkları ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

(Not: * Bu çalışmalarda model fiyatları ile piyasa fiyatları arasında oluşan fark istatistiksel olarak test edilmemiştir.)

Yukarıda görüldüğü üzere, varantların işlem gördüğü piyasalarda hangi modelin etkin olduğuna ilişkin çalışmalar literatürde önemli yer bulmuştur. Piyasalar arasında farklılık göstermekle birlikte Varyansın Sabit Esnekliği modelinin genellikle etkin model olduğu, farklı varsayımlarla geliştirilen Black Scholes modellerinin de önemli bir alternatif olduğu belirtilebilir.

3. OPSİYON FİYATLAMA MODELLERİ

3.1. Black-Scholes Modeli (BS)

Black ve Scholes (1973) tarafından, kısa dönem faiz oranlarının bilindiği ve opsiyon vadesi boyunca sabit olduğu, hisse senedi getirilerinin lognormal dağıldığı ve vade boyunca sabit olduğu, opsiyonların Avrupa tipi olduğu gibi bazı varsayımlar (Black ve Scholes, 1973:640) altında alım opsiyonunun fiyatının aşağıdaki formüller aracılığıyla hesaplanabileceği belirtilmektedir.

$$C_n = S_n * N(d_1) - (K * e^{-rT}) * N(d_2) \quad (1)$$

$$d_1 = \frac{\left(\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * T\right)}{\sigma * \sqrt{T}} \quad (2)$$

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

Bu formüllerde yer alan C satın alma opsiyonunun bugünkü değerini, S hisse senedinin (dayanak

varlığın) bugünkü değerini (piyasa değerini), K opsiyonun işlem fiyatını, r risksiz faiz oranını, t opsiyonun vadesini, σ dayanak varlık getirilerinin standart sapmasını, e 2,71828'i ve $N(d_1)$, $N(d_2)$ de normal dağılım tablosunda d_1 ve d_2 ye karşı gelen değerleri ifade etmektedir.

3.2. Black-Scholes-Merton Modeli (BSM)

Hisse senedinin kar payı dağıtması sonucunda değerinde meydana gelecek düşüşün opsiyon fiyatını da etkileyeceği, dolayısıyla Black-Scholes modeline dahil edilmesi gerekliliği Merton (1973) tarafından açıklanmaktadır. q temettü verimini ifade etmek üzere, temettü dağıtımını dikkate alan Black-Scholes-Merton Modeli aşağıdaki gibi formülize edilmiştir (Penza ve Bansal, 2001, ss.235-236).

$$C_n = (S_n * e^{-qT}) * N(d_1) - (K * e^{-rT}) * N(d_2) \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\left(\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right) * T\right)}{\sigma * \sqrt{T}} \quad (5)$$

d_2 ve diğer terimler yukarıda açıklandığı ifadelere karşılık gelmektedir.

3.3.Varyansın Sabit Esnekliği (Constant Elasticity of Variance): Karekök (Square Root) Modeli (SRCEV)

Black-Scholes modelindeki temel varsayım, hisse senedi fiyatlarının lognormal bir dağılıma sahip olduğudur. Cox tarafından 1975 yılında yapılan çalışmada ise hisse senedi fiyat varyanslarının sabit esnekliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur. Beckers (1980), Cox(1975) tarafından ortaya konulan bu durumu test ettiği çalışması sonucunda Varyansın Sabit Esnekliği modellerinin Black-Scholes modeline göre daha etkin olduğunu bulmuş ve aşağıdaki formülü Karekök Modeli için önermiştir.

$$y = \frac{4rS}{\sigma^2(1-e^{-rT})} \quad (6)$$

$$z = \frac{4rK}{\sigma^2(e^{-rT}-1)} \quad (7)$$

w parametresi 0 veya 4 değerlerinden birini almak üzere;

$$h(w) = 1 - \frac{2}{3}(w+y)(w+3y)(w+2y)^{-2} \quad (8)$$

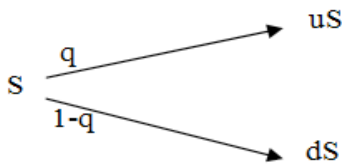
$$q(w) = \frac{(1+h(h-1)\left(\frac{w+2y}{(w+y)^2}\right) - h(h-1)(2-h)(1-3h)\left(\frac{(w+2y)^2}{2(w+y)^4}\right) - \left(\frac{z}{w+y}\right)^h)}{(2h^2\left(\frac{w+2y}{(w+y)^2}\right)(1-(1-h)(1-3h))\left(\frac{w+2y}{(w+y)^2}\right))^{1/2}} \quad (9)$$

olmak üzere

$$C = S N(q(4)) - K e^{-rT} N(q(0)) \quad (10)$$

3.4. Binomial Model

Black-Scholes modeli ile aynı varsayımlara dayanan Binomial Model; hisse senedi fiyatının bir sonraki dönemde belirli bir miktarda artmasına veya azalmasına göre yatırımcının kararlarına yön veren bir modeldir. Model, Cox vd. (1979) tarafından geliştirilmiştir. Modelin teorik alt yapısı aşağıda şematize edilmektedir:



Şekil 1: Dayanak Varlığın Dönem Sonu Değer İhtimalleri Diyagramı

Yukarıdaki şekilde yer alan simgeler;

S: Dayanak varlığın piyasa değeri,

u: Nakit akışlarının bugünkü değerinin t_1 döneminde ne kadar artacağını,

d: Nakit akışlarının bugünkü değerinin t_1 döneminde ne kadar azalacağını,

q: Nakit akışlarının bugünkü değerinin t_1 döneminde artma olasılığını,

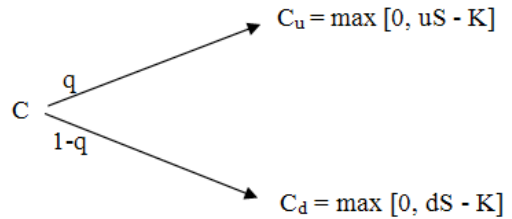
1-q: Nakit akışlarının bugünkü değerinin t_1 döneminde azalma olasılığını ifade etmektedir.

$$u = e^{\sigma\sqrt{T}} \quad (11)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{T}} \quad (12)$$

$$q = \frac{e^{r\sqrt{T}} - d}{u - d} \quad (13)$$

Yukarıdaki formüllerde e 2,71828'i, T vadeye kalan gün sayısını ve σ standart sapmayı ifade etmektedir.



Şekil 2: Opsiyonun Değeri

Dolayısıyla r risksiz faiz oranı ve K opsiyonun kullanım fiyatını göstermek üzere;

$$C = [C_u * q + C_d * (1-q)] / (1+r)^T \quad (14)$$

olmaktadır.

3.5. Diğer Modeller

Varantların, dayanak hisse senedinin ait olduğu şirket tarafından ihraç edilmeleri, varantın vadesinde kullanılabilir olması durumunda sulandırma etkisi meydana getirmektedir. Galai ve Schneller (1978) yaptıkları çalışmada sulandırma etkisinin modellere nasıl dahil edileceğini açıklamışlardır. Lauterbach ve Schultz (1990) hisse fiyatı yerine firma değerini ve hisse senedi volatilitesi yerine şirketin özkaynak volatilitesini kullanarak ve sulandırma faktörünü belirleyerek sulandırma etkisi dahil edilmiş Black-Scholes modelini geliştirmişlerdir. Bazı varantlar için vade tarihinde varantın zararda olması durumunda ihraççı tarafından vadenin uzatılması söz konusu

olabilmektedir. Longstaff (1990) yaptığı çalışmada vade uzatılabilme durumuna sahip alım varantları için geçerli bir formül sunmuştur. Ayrıca Amerikan tipi opsiyonların fiyatlanmasına ilişkin modellerde geliştirilmiştir (Barone-Adesi ve Whaley, 1987; Bjerksund ve Stensland, 1993; Geske, 1979; Roll, 1977; Whaley, 1981). Ancak bu sayılan modeller, Türkiye piyasası için gerek sulandırma etkisi, gerek vade uzatımı, gerekse Amerikan tipi varant ihracı olmaması nedeniyle uygulama bölümünde değerlendirilmemiştir.

4. VERİLER VE METODOLOJİ

Çalışmada, İMKB'de işlem gören aracı kuruluş varantlarının piyasa fiyatları ile yukarıda açıklanan 4 model (BS, BSM, CEVSR, BINOMIAL) aracılığıyla öngörülen fiyatları karşılaştırılmış ve hangi modelin piyasa fiyatlarını açıklamada üstün olduğu tartışılmıştır. Bu amaca odaklanan çalışmada 2012 yılında İMKB'de işlem görmüş İMKB-30 endeksine dayalı 61 alım varantı² ve bu varantların işlem gördüğü toplam 3.187 gün verisi kullanılmıştır. Veri setini dayanak varlık ve varantların kapanış fiyatları, varantların vadeye kalan süreleri, kullanım fiyatları, dayanak varlığa ilişkin standart sapma değerleri, dayanak varlığın 2009 ile 2011 yılı arasında kalan 3 dönemin ortalama temettü verimi ve risksiz faiz oranlarından³ oluşmaktadır.

Modeller için gerekli olan dayanak varlığa ilişkin standart sapmalar, Roon ve Veld (1996) ile Hauser ve Lauterbach (1997) tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi kullanılmıştır. Her bir model için t-1 gününde, o güne ilişkin değişkenler kullanılarak modelin hesapladığı fiyatı, piyasa fiyatına eşitleyen standart sapmalar, geliştirilen bir program⁴ aracılığıyla her gün için ayrı ayrı bulunmuştur. t gününde ilgili değişkenlerle modellerin varant fiyatını saptamasında ihtiyaç duyulan standart sapmalar t-1 günü için model fiyatı ile piyasa fiyatını eşitleyen değerleriyle kullanılmıştır.⁵ Böylelikle tarihsel standart sapmaların kullanımında ortaya çıkan standart sapmanın hesaplanma döneminin seçilme problemi ortadan kaldırılmış olmaktadır (Veld, 2003:68).

Kullanılan dört modelden her birinin performansı üç indeks aracılığı ile test edilmiştir. Ortalama mutlak fiyatlama hatası (OMFH), piyasa fiyatı ile model tarafından tespit edilen fiyat arasındaki mutlak farkların ortalamasını ifade etmektedir. Diğer indeksler olan ortalama yüzdesel fiyatlama hatası-1 (OYFH(1)) ortalama mutlak fiyatlama hatasının piyasa fiyatına oranı şeklinde (Boonchuaymetta ve Treerapot, 2007:60), ortalama yüzdesel fiyatlama hatası-2 (OYFH(2)) ise ortalama mutlak fiyatlama hatasının model fiyatına oranı şeklinde hesaplanmaktadır (Khelifa ve Abbassi, 2009:6). Hesaplanan indeksler aracılığıyla model-

lerin hesapladığı sonuçların piyasa fiyatıyla ve modellerin kendi aralarında karşılaştırılması mümkün olmaktadır. Yalnız indeksler aracılığıyla hesaplanan hataların istatistiksel anlamlılığı önem taşımaktadır. Modelle kullanılarak elde edilen fiyatların birbirlerinden ve piyasa fiyatından farklılaşmasının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı test etmek için bağımsız (independent) t testi uygulanmış ve hesaplanan t değerine karşılık gelen anlamlılık düzeyinin 0.05'ten küçük olması durumunda model tarafından hesaplanan fiyatların piyasa fiyatlarından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmüştür.

$$OMFH = \frac{1}{n} * \sum_{x=1}^n |Piyasa fiyat_{x} - Model Fiyat_{x}| \quad (15)$$

$$OYFH(1) = \frac{1}{n} * \sum_{x=1}^n \left| \frac{Piyasa fiyat_{x} - Model Fiyat_{x}}{Piyasa fiyat_{x}} \right| \quad (16)$$

$$OYFH(2) = \frac{1}{n} * \sum_{x=1}^n \left| \frac{Piyasa fiyat_{x} - Model Fiyat_{x}}{Model Fiyat_{x}} \right| \quad (17)$$

Opsiyon fiyatlama modellerinin ampirik çalışmada kullanılış sistematiği aşağıda detaylandırılmıştır:

- Tüm modeller için her bir varantın günlük kastedilen standart sapmalar ayrı ayrı tespit edilmiştir.
- Elde edilen standart sapmalarla birlikte her bir modelde yer alan diğer değişkenler de kullanılarak her bir varantın günlük değer tespitleri ayrı ayrı yapılmıştır.
- Her bir varant için işlem gördüğü günlük piyasa fiyatına İMKB verilerinden ulaşılmıştır.
- Piyasa fiyatları ile her bir model için elde edilen fiyatlar yukarıdaki üç indeks aracılığıyla karşılaştırılmış ve istatistiksel anlamlılığı test edilmiştir.

Çalışmada kullanılan 61 varant Karda/zararda olma durumuna (moneyness) göre karda, zararda ya da başabaşta olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve fiyatlama modellerinin geçerliliği her grup için ayrı olarak değerlendirilmiştir. Varantların gruplandırılmasında aşağıdaki formül kullanılmış (Corrado ve Su, 1996:614) ve moneyness faktörü > 0.05 olan varantlar karda, [-0.05,0.05] aralığında olan varantlar başabaş ve < -0.05 olan varantlar zararda olarak adlandırılmıştır. Varant gruplarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2. de sunulmuştur.

$$\text{Moneyness Faktörü} = \frac{S_t - K^{-rT}}{K^{-rT}} \quad (18)$$

Tablo 2: Varant Gruplarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Varant Sayısı	Ortalama Varant Fiyatı	Vadeye Kalan Ortalama Süre (Yıl)	Kaldıraç Düzeyi	Ortalama Moneyness Faktörü	Ortalama Günlük İşlem Hacmi (TL)
Karda Varantlar	22	1.77	0.1816	0.0002	0.1361	396,511
Başabaş Varantlar	26	0.71	0.1794	0.0002	-0.0027	747,011
Zararda Varantlar	13	0.49	0.1539	0.0002	-0.1107	191,273

5. AMPİRİK BULGULAR

Ampirik bulgular ile dört alternatif opsiyon fiyatlama modeli, Karda/zararda olma durumuna göre karda, başabaş ve zararda olarak ayrılan üç grup için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Tablo 3'de karda olan alım varantları için modellerin performansına ilişkin sonuçlar gösterilmektedir. Öncelikli olarak bağımsız t testi anlamlılık değerleri incelendiğinde, SRCEV modeli dışındaki modeller için model sonuçları ile piyasa fiyatlarının farklılaştığını ifade eden H_0 hipotezi reddedilmiş, dolayısıyla her üç model çıktılarının da piyasa fiyatlarından ve birbirlerinden farklılaşmadığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu nedenle her üç modelin de piyasa fiyatları ile uyumlu fiyatlar tespit ettiği söylenebilir. Üç model içinde, model tarafından bulunan fiyatların piyasa fiyatlarından ortalama mutlak sapması en düşük olan BSM modeli olarak tespit edilmiştir. BSM modeli hem OYFH(1) için hem de OYFH(2) için en düşük ortalama yüzdesel sapmayı yaratmaktadır. Bu nedenle dört model içerisinde karda olan alım varantlarını fiyatlamada en başarılı modelin BSM modeli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca model tarafından hesaplanan fiyatların piyasa fiyatından yüksek olma yüzdesini ifade eden pozitif fark yüzdesi BSM modeli için 54.90 olarak hesaplanmış ve modelin tespit ettiği fiyatların piyasa fiyatlarından sapmasının yüksek oranla fazla değerlendirme (overvalued) şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3: Karda Olan Varantlar İçin Dört Alternatif Fiyatlama Modelinin Karşılaştırılması

	OMFH	OYFH(1)	OYFH(2)	Pozitif fark yüzdesi	BS	BSM	SRCEV	BINO-MIAL
BS	0.05 (0.936)	0.0318	0.0322	49.60	-			
BSM	0.04 (0.923)	0.0293	0.0296	54.90	0.01 (0.859)	-		
SRCEV	0.57 (0.000)	0.5244	0.5806	39.00	0.52 (0.000)	0.53 (0.000)	-	
BINO-MIAL	0.05 (0.791)	0.0350	0.0353	43.18	0.00 (0.854)	0.01 (0.718)	0.52 (0.000)	-

(Not: Parantez içinde yer alan değerler bağımsız t testi için t değerine karşılık gelen anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.)

Başabaş olan varantlar için etkin olan modelin belirlenmesini sağlamak amacıyla elde edilen bulgular Tablo 4'de gösterilmektedir. Başabaş varantlar için de karda olan varantlara benzer şekilde SRCEV modeli dışındaki üç modelin her biri ile elde edilen fiyatların piyasa fiyatlarından farklılaşmadığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Üç model içinde BS ve BSM modellerinin OMFH'na göre farklılaşmadığı ve en düşük ortalama mutlak hatayı verdikleri gözlemlenmektedir. Yüzdesel hatalara bakıldığında ise OYFH(1) için BSM modeli, OYFH(2) içinse BS modelinin piyasa fiyatlarından daha az sapma oluşturduğu tespit edilmiştir. Fakat yüzdeler arasındaki farkın düşük olması, ayrıca İMKB'de işlem gören varantlar için en küçük fiyat aralığının kuruş düzeyinde olması, dolayısıyla bu küçük yüzdesel farkın fiyatlarda açıklanamaması iki model arasında seçim yapmayı olanaksızlaştırmaktadır. BS ve BSM modelleri ile piyasa fiyatları arasında gözlemlenen sapmaların ise sırasıyla yüzde 50.22 ve 50.66 oranında fazla değerlendirme şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4: Başabaş Olan Varantlar İçin Dört Alternatif Fiyatlama Modelinin Karşılaştırılması

	OMFH	OYFH(1)	OYFH(2)	Pozitif fark yüzdesi	BS	BSM	SRCEV	B I - N O - MIAL
BS	0.03 (0.942)	0.0522	0.0523	50.22	-			
BSM	0.03 (0.963)	0.0521	0.0527	50.66	0.00 (0.979)	-		
SRCEV	0.78 (0.000)	1.3318	1.3464	48.53	0.75 (0.000)	0.75 (0.000)	-	
BINO-MIAL	0.04 (0.864)	0.1046	0.1464	50.29	0.01 (0.922)	0.01 (0.901)	0.73 (0.000)	-

(Not: Parantez içinde yer alan değerler bağımsız t testi için t değerine karşılık gelen anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.)

Zararda olan alım varantları için dört opsiyon fiyatlama modeli karşılaştırıldığında sonuçların başabaş olan varantlarla benzer olduğu tespit edilmiştir (Tablo5). BS ve BSM modelleri ortalama mutlak hatalar açısından farksız iken, ortalama yüzdesel

hatalar bakımından BSM modeli daha üstün olarak bulunmuştur. Fakat yüzdesel hatalar arasındaki farkın kuruş düzeyinde bir ayrışmayı açıklayabilecek düzeyde büyük olmaması modeller arasında tercih yapılamamasına neden olmaktadır. BS ve BSM modelleri ile elde edilen fiyatların piyasa fiyatlarından farklılaşan sırasıyla yüzde 48.33 ve 48.93'lük kısmının fazla fiyatlamadan kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5: Zararda Olan Varantlar İçin Dört Alternatif Fiyatlama Modelinin Karşılaştırılması

	OMFH	OYFH(1)	OYFH(2)	Pozitif fark yüzdesi	Satır ve Sütunlarda Yer Alan Modeller Arasındaki Ortalama Mutlak Fiyatlama Farkları			
					BS	BSM	SRCEV	BINOMIAL
BS	0.02 (0.987)	0.0988	0.3672	48.33	-			
BSM	0.02 (0.993)	0.0945	0.3550	48.93	0.00 (0.994)	-		
SRCEV	0.35 (0.000)	0.8737	0.6098	40.71	0.33 (0.000)	0.33 (0.000)	-	
BINOMIAL	0.05 (0.933)	0.4782	0.2633	45.95	0.03 (0.920)	0.03 (0.926)	0.30 (0.000)	-

(Not: Parantez içinde yer alan değerler bağımsız t testi için t değerine karşılık gelen anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.)

6. SONUÇ

Çalışmada dört opsiyon fiyatlama modelinden hangisinin piyasa fiyatlarına daha yakın sonuçlar verdiği, dolayısıyla etkin yöntem olduğu araştırılmıştır. Karda olan alım varantları için BSM modeli piyasa fiyatlarına en yakın fiyatları sunduğundan etkin model olarak belirlenirken, başabaş ve zararda olan alım varantları için BS ve BSM modelleri arasında bir tercih yapılamamıştır. Binomial model ile elde edilen fiyatlar ile piyasa fiyatlarının her üç varant grubu için de farklılaşmadığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmasına rağmen piyasa modelin hesapladığı varant fiyatlarının piyasa fiyatlarından ortalama mutlak sapmalarının BS ve BSM modellerine göre yüksek olması bu modelin etkin olarak tercih edilmemesine neden olmuştur. SRCEV modeli ile elde edilen varant fiyatlarının ise her üç varant grubunda da hem piyasa

fiyatlarıyla hem de diğer modeller tarafından bulunan fiyatlarla farklılaştığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Dolayısıyla literatürde yer alan bazı çalışmaların (Lauterbach ve Schultz, 1990; Shastri ve Sirodom, 1995; Hauser ve Lauterbach, 1997; Boonchuaymetta ve Treerapot, 2007) aksine SRCEV modelinin varant fiyatlarını açıklamada etkin bir yöntem olmadığı ortaya konulmuştur.

İMKB'de işlem gören aracı kurum varantlarında, likiditeyi sağlamak amacıyla aracı kurumlar piyasa yapıcılık faaliyeti sunmaktadır. Bu nedenle piyasa fiyatları aracı kurumlar tarafından oluşturulan fiyat kotasyonları aralığında gerçekleşmektedir. Gün içerisinde piyasada oluşan talebe göre fiyat kotasyonlarında değişme olmasına rağmen, piyasa yapıcının fiyatlamada etkin olduğu söylenebilir. 2012 yılı için varant ihraç eden iki aracı kurumdaki biri, fiyat tespitinde BSM modelini tercih ettiğini belirtmektedir. Ayrıca BS modeli, BSM modelinden sadece temettü verimini modele dahil etmeyerek farklılaştığından ve İMKB 30 endeksine ait ortalama temettü veriminin kuruş düzeyindeki varant fiyatlarını etkileyecek kadar yüksek değerlerde olmadığından bu modelde BSM modeli ile birlikte etkin olmaktadır. Çalışma sonucunda etkin model olarak BS ve BSM modellerinin tespit edilmesinde bu durumda etkili olduğu söylenebilir.

İMKB'de işlem gören aracı kurum varantlarında kaldıraç aracı kurumlar tarafından düşük (büyük oranda 0.0002) tutulmasının yanında fiyat adımlarının kuruş düzeyinde belirlenmesi BS ve BSM modelleri arasında tercih yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yatırımcıların daha etkin karar verebilmelerini sağlamak amacıyla varantlarda fiyat adımlarının kuruş altında belirlenebilmesi sağlanmalıdır.

SON NOTLAR

¹ Etkin model ile kastedilen; model tarafından hesaplanan günlük varant fiyatları ile piyasada oluşan varant fiyatları arasındaki ortalama mutlak farkı minimum yapan modeldir. Ayrıca bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olması da önem taşımaktadır.

² 2012 yılında İMKB'de piyasaya sunulan 4 adet İMKB-30 endeksine dayalı aracı kuruluş varantı ise işlem görmediği, 2 varant ise kaldıraç dereceleri farklı olduğu için çalışmanın veri setine dahil edilmemiştir. Varantların ve dayanak varlığın günlük kapanış fiyatları ve işlem hacimleri İMKB'nin resmi sitesi olan www.imkb.gov.tr adresinden sağlanmıştır.

³ Risksiz faiz oranları, T.C.Hazine Müsteşarlığı'nın iç borçlanma aylık ortalama maliyeti yıllık veriye çevrilerek

kullanılmış ve ilgili veriler www.hazine.gov.tr adresinden sağlanmıştır.

⁴ JAVA programlama dili ile yazılan program, model fiyatlarını piyasa fiyatlarına eşitleyen standart sapmaları deneme yanılma yöntemiyle bulmuştur. Programın geliştirilmesinde sağladığı katkılardan dolayı TÜBİTAK Uzay Enstitüsü Uzman Araştırmacısı Mashar TEKİN'e teşekkür ederiz.

⁵ Varantların piyasa fiyatlarının modellerin alt limitlerinin daha altında veya üst limitlerinin daha üstünde olduğu durumlarda piyasa fiyatı ile model fiyatını eşitleyen bir standart sapma bulunamayacağından dolayı bu günlere ait varant verileri veri setine dahil edilmemiştir.

KAYNAKLAR

Barone-Adesi, G. ve Whaley, R.E. (1987) "Efficient Analytic Approximation of American Option Values" *The Journal of Finance*, 42(2):301-320.

Beckers, S. (1980) "The Constant Elasticity of Variance Model and Its Implications For Option Pricing" *The Journal of Finance*, 35(3):661-673.

Bjerkstrand, P., Stensland, G. (1993) "Closed-Form Approximation of American Options" *Scandinavian Journal of Management*, 9(1):87-99.

Black, F. ve Scholes, M.S. (1973) "The Pricing of Options and Corporate Liabilities" *Journal of Political Economy*, 81(3):637-654.

Boonchuaymetta, E. ve Kongtoranin, T. (2007) "Warrant Pricing Model: An Empirical Study on the Valuation Models for Warrants Listed in Thailand" *AU Journal of Management*, 5(2):56-66.

Chen, K.C., Shahrokhi, M. ve Wilson, J. (1997) "Pricing Financial Times-Stock Exchange Index Warrants" *American Business Review*, 22(2): 44-51.

Corrado, C.J. ve Su, T. (1996) "S&P 500 INDEX Option Tests of Jarrow and Rudd's Approximate Option Valuation" *The Journal of Futures Markets*, 16(6): 611-629.

Cox, J.C., Ross, S.A. ve Rubinstein, M. (1979) "Option Pricing: A Simplified Approach" *Journal of Financial Economics*, 7(3):229-263.

Frino, A., Khan, E. ve Lodh, S.C. (1991) "The Black Scholes Call Option Pricing Model and the Australian Options Market: Where Are We After 15 Years" University of Wollongong, Accounting & Finance Working Paper, No:91/24.

Galai, D., Schneller, M.I. (1978) "Pricing of Warrants and The Value of The Firm" *The Journal of Finance*, 33(5):1333-1342.

Geske, R. (1979) "The valuation of compound options" *Journal of Financial Economics*, 7(1):63-81.

Hauser, S., Lauterbach, B. (1997) "The Relative Performance of Five Alternative Warrant Pricing Models" *Financial Analysts Journal*, 53(1):55-61.

Jianfeng, Z., Wenxiu, H. ve Li, Z. (2011) "The Relative Performance of Four Alternative Warrant Pricing Models: A Study of the Chinese Warrant Markets" System Science Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), International Conference, 22-23 October.

Khelifa, Z.B. ve Abbassi, W. (2009) "Pricing Warrants Models: An Empirical Study of The Indonesian Market" 5ème Conférence Internationale de Finance, 12-13-14 March, Hammamet, Tunisie.

Kremer, J.W. ve Roenfeldt, R.L. (1993) "Warrant Pricing: Jump-Diffusion vs. Black-Scholes" *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(2):255-272.

Kolb, R.W. (1995) *Understanding Options*, USA, Wiley.

Kuwahara, H. ve Marsh, T.A. (1992) "The Pricing of Japanese Equity Warrants" *Management Science*, 38(11):1610-1641.

Lauterbach, B. ve Schultz, P. (1990) "Pricing Warrants: An Empirical Study of the Black-Scholes Model and Its Alternatives" *The Journal of Finance*, 45(4):1181-1209.

Lekkas, G. (2002) "Option Pricing in the Presence of Warrants" Master Thesis, Concordia University, John Molson School of Business, School of Graduate Studies.

Longstaff, F. (1990) "Pricing Options with Extendible Maturities: Analysis and Applications" *Journal of Finance*, 45(3):935-57.

Mayo, H.B. (2010) *Investments: An Introduction*, USA, South-Western College Publication.

Merton, R.C. (1973) "Theory of Rational Option Pricing" *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1):141-183.

Noreen, E. ve Wolfson, M. (1981) "Equilibrium Warrant Pricing Models and Accounting for Executive Stock Options" *Journal of Accounting Research*, 19(2):384-398.

Penza, P. ve Bansal, V.K. (2001) *Measuring Market Risk with Value at Risk*, USA, Wiley.

Roll, R. (1977) "An Analytical Formula for Unprotected American Call Options on Stocks with Known Dividends" *Journal of Financial Economics*, 5(2):251-258.

Roon, F. ve Veld, C. (1996) "An Empirical Investigation of The Factors That Determine The Pricing of Dutch Index Warrants" *European Financial Management*, 2(1):97-112.

Santoso, L.E. (2000) "Warrant Pricing: An Empirical Investigation On The Valuation Models For Warrants Traded At The Jakarta Stock Exchange" Master Thesis, Gadjah Mada University, Program of Graduate Studies.

Shastri, K. ve Sirodom, K. (1995) "An Empirical Test of The BS and CSR Valuation Models for Warrants Listed in Thailand" *Pacific-Basin Finance Journal*, 3(4):465-483.

Veld, C. (2003) "Warrant Pricing: A Review of Empirical Research" *The European Journal of Finance*, 9(1):61-91.

Whaley, R.E. (1981) "On the valuation of American Call Options on Stocks With Known Dividends" *Journal of Financial Economics*, 9(2):207-211.

