FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASINDA ETKİNLİK SKORLARININ ROLÜ

Emrah BALKAN

Haziran 2016
DENİZLİ

FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASINDA ETKİNLİK SKORLARININ ROLÜ

Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Doktora Tezi
İşletme Anabilim Dalı
Genel İşletme Doktora Programı

Emrah BALKAN

Danışman: Prof. Dr. Hakan AYGÖREN

Haziran 2016
DENİZLİ

DOKTORA TEZİ ONAY FORMU

İşletme Anabilim Dalı, Genel İşletme Bilim Dalı doktora programı öğrencisi Emrah BALKAN tarafından Prof. Dr. Hakan AYGÖREN yönetiminde hazırlanan "Finansal Varlıkların Fiyatlandırılmasında Etkinlik Skorlarının Rolü" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 16.06.2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı
.....
Prof. Dr. Hasan F. BAKLACI

Jüri-Danışman
Prof. Dr. Hakan AYGÖREN

Jüri
Doç. Dr. Yusuf KADERLİ

Jüri
Prof. Dr. Hakan SARITAŞ

Jüri
.....
Yrd. Doç. Dr. Umut UYAR

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 13/07/2016 tarih ve ..13/15... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kenan ÇOYAN
Enstitü Müdürü

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Emrah BALKAN

ÖNSÖZ

Yatırımcıların bekledikleri getiri ve bu getiri ihtimaline karşın üstlendikleri risk finans dünyasını getiriyi belirleyen unsurların araştırılmasına itmiştir. Zaman içinde çok farklı çalışmalar yapılsa da bazı durumlarda etkin olan bir modelin başka koşullar altında açıklayıcı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle finansal varlıkların fiyatlandırılması için model arayışı devam etmektedir. Bu kapsamda hisse senedi getirilerinde firmaya özgü faktörlerin etkisi son yıllarda ülkemizde ve dünya genelinde yapılan birçok çalışmada incelenmiştir. Bu çalışmada ise etkinliğin finansal varlıkların fiyatlandırılmasındaki rolü sanayi firmaları özelinde incelenmiştir. Böylece finans alanında önemli bir yere sahip olan finansal varlıkların fiyatlandırılması konusuna farklı bir yaklaşım sunmayı amaçlayan bu çalışma ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın her aşamasında değerli görüşleriyle yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Hakan AYGÖREN'e ve çalışmama yaptıkları kıymetli katkılarından ötürü Prof. Dr. Hakan SARITAŞ ve Prof. Dr. H. Fehmi BAKLACI'ya teşekkür ederim. Ayrıca bilgi ve yardımlarını paylaşmaktan çekinmeyen Prof. Dr. M. Ensar YEŞİLYURT'a, Yrd. Doç. Dr. Umut UYAR'a ve Yrd. Doç. Dr. Sinem Güler KANGALLI UYAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan anneme ve babama, desteği ile her zaman yanımda olan kıymetli eşim Ruveyda'ya ve biricik kızım Azra'ya sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASINDA ETKİNLİK SKORLARININ ROLÜ

BALKAN, Emrah
Doktora Tezi
İşletme ABD
Genel İşletme Doktora Programı
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Hakan AYGÖREN

Haziran 2016, 105 Sayfa

Finansal varlıkların fiyatlandırılması, beklenen getiri ve buna karşılık üstlenilen risk arasında denge kurmak isteyen yatırımcılar açısından büyük önem arz etmektedir. Hisse senedi ve portföy getirilerini etkileyen unsurları belirleme amacı taşıyan farklı varlık fiyatlama modelleri zaman içinde literatürde yerini almıştır.

Bu çalışmada finansal varlıkların fiyatlandırılmasında etkinlik skorlarının rolünün incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla büyüklük ve DD/PD oranı yanında etkinlik skorlarının hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi sanayi firmaları özelinde incelenmiştir. Bu yüzden BİST sınai endekste bulunan firmalara ait veriler kullanılmıştır. SVFM, Fama-French üç faktörlü model ve etkinlik skorlarının Fama-French üç faktörlü modele eklenmesiyle elde edilen dört faktörlü model kullanılarak elde edilen zaman serisi regresyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Böylece etkinlik skorlarının sanayi firmalarına ait hisse senedi getirilerini açıklamadaki rolü incelenmiştir.

Yapılan analizler SVFM, Fama-French üç faktörlü model ve bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü modelin sanayi sektöründe yer alan şirketler için geçerli olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte yapılan testler ve araştırmalar dört faktörlü modelin verilere diğer modellerden daha uygun olduğunu göstermiştir. Böylece piyasa riskinin yanında firma büyüklüğü, DD/PD oranı ve etkinlik faktörlerinin sanayi firmalarına ait hisse senetlerinin getirilerini etkileyen anlamlı risk faktörleri olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte dört faktöre ait risk primlerinin piyasa tarafından fiyatlandırıldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen bulgular etkinlik skoru faktörünün bulunduğu dört faktörlü modeli desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Varlık Fiyatlama**,** Etkinlik, SVFM, Fama-French Üç Faktörlü Model, BİST.

ABSTRACT

THE ROLE OF EFFICIENCY SCORES IN CAPITAL ASSET PRICING

BALKAN, Emrah
Doctoral Thesis
Business Administration Department
General Business Administration Program
Advisor of Thesis: Prof. Dr. Hakan AYGÖREN

June 2016, 105 Pages

The pricing of financial assets is of great importance for the investors who wants to establish a balance between the expected return and the risk undertaken. Different asset pricing models which intend to determine the factors that affect stock returns and portfolio returns have taken their place in the literature in time.

In this study it is aimed to examine the role of efficiency scores in capital asset pricing. For this purpose, the effect of efficiency scores, in addition to size and BTM, on the returns of the stocks is examined in the case of industrial firms. Therefore, the data of the companies in the BİST Industrial Index was used. Time series regression results which are obtained by CAPM, Fama-French Three Factor Model and the four factor model that has been obtained by adding efficiency scores to Fama-French Three Factor Model, are compared. Thus, the role of efficiency scores on explaining the returns of stocks that belong to industrial firms is examined.

The analyses have shown that CAPM, Fama-French Three Factor Model and the four factor model which has been created in this study are valid for the firms that are in the industrial sector. In addition tests and research have shown that the four factor model is better fitted to data than other models. Thus, it is assessed that in addition to market risk, firm size, BTM and efficiency factors are significant risk factors which affect the return on stocks of industrial companies. Additionally it was determined that the four factors of risk premium are priced by the market. Consequently, the findings support the four factor model which has the efficiency score factor.

Keywords: Asset Pricing, Efficiency, CAPM, Fama-French Three Factor Model, BİST.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i
ÖZET ii
ABSTRACT iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASI

1.1. Portföy ve Portföy Yönetimi 3
1.2. Geleneksel Portföy Teorisi 3
1.3. Modern Portföy Teorisi 5
1.4. Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli 10
1.5. Arbitraj Fiyatlama Teorisi 18
1.6. Fama-French Üç Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modeli 20

İKİNCİ BÖLÜM
ETKİNLİK

2.1. Etkinlik Kavramı 28
2.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri 29
2.2.1. Oran Analizi 29
2.2.2. Parametrik Olmayan Yöntemler 30
2.2.2.1. Veri Zarflama Analizi 30
2.2.3. Parametrik Yöntemler 33
2.2.3.1. Stokastik Sınır Analizi 35
2.2.4. VZA ve SSA Karşılaştırması 47
2.3. Firma Etkinliği Hakkında Yapılan Çalışmalar 47

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASINDA ETKİNLİK SKORLARININ ROLÜ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı 54
3.2. Veriler 54

3.2.1. Örneklem Seçimi 54
3.2.2. Şirketlerin Aylık Getiri Verileri 55
3.2.3. Risksiz Faiz Oranı ve Pazar Portföyü 56
3.2.4. Firma Verileri 57
3.3. Araştırma Yöntemi 57
3.3.1. SVFM, Fama French 3 Faktörlü Model ve Etkinlik Skoru Faktörünün Eklendiği 4 Faktörlü Modelin Oluşturulması 58
3.3.2. Sanayi Firmaları Etkinlik Modelinin Oluşturulması ve Etkinlik Skorlarının Hesaplanması 60
3.3.3. Portföylerin Oluşturulması ve Portföy Getirilerinin Hesaplanması 71
3.3.4. Faktörlerin Oluşturulması ve Faktör Getirilerinin Hesaplanması 75
3.3.5. Modellerin zaman serisi regresyonları 77
3.3.6. GRS F-testi 78
3.4. Bulgular 79
SONUÇ 87
KAYNAKLAR 91
EKLER 98
ÖZGEÇMİŞ 105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Fırsat kümesi ve etkin sınır 9

Şekil 1.2. Optimal portföy seçimi 10

Şekil 1.3. Etkin Sınır-Borç alma ve verme yok 15

Şekil 1.4. Borç verme ve almanın bulunduğu durumda etkin sınır 16

Şekil 1.5. Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu 17

Şekil 2.1. VZA ve regresyon karşılaştırması 32

Şekil 2.2. Stokastik üretim sınırı 37

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Etkinlik modeli çıktı ve girdilerine ait tanımlayıcı istatistikler 62
Tablo 3.2. Modellerin maksimum olabilirlik hesaplamaları 65
Tablo 3.3. U_{it} dağılımına ait parametrelere ilişkin hipotez testleri 66
Tablo 3.4. Hipotez testleri 67
Tablo 3.5. Firmaların ortalama etkinlik skorları ve sıralamaları 68
Tablo 3.6. Yıllara göre sektörün etkinliği 71
Tablo 3.7. Örnekleme ilişkin bilgiler 73
Tablo 3.8. Kesişim portföyleri getirilerine ilişkin veriler 75
Tablo 3.9. Kesişim portföylerine göre oluşturulmuş portföy ve faktör getirileri 77
Tablo 3.10. Korelasyon tablosu 79
Tablo 3.11. SVFM regresyon sonuçları 80
Tablo 3.12. Fama French 3 faktörlü model sonuçları 81
Tablo 3.13. EMI faktörü eklenmiş 4 faktörlü model sonuçları 82
Tablo 3.14. Düzeltilmiş R^2 ortalama değerleri 84
Tablo 3.15. GRS F Testi sonuçları 85

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AFT	Arbitraj Fiyatlama Teorisi
AMEX	Amerikan Borsası
BİST	Borsa İstanbul
BTM	Book to market ratio
CAPM	Capital Asset Pricing Model
PD	Piyasa Değeri
DD	Defter Değeri
EMI	Etkinliği yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile etkinliği düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farktır
GSYH	Gayri safi yurt içi hasıla
HML	DD/PD oranı yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farktır
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KVB	Karar Verme Birimi
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE	New York Borsası
SMB	Piyasa değeri küçük hisselerden oluşan portföyün getirisi ile büyük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farktır
SSA	Stokastik Sınır Analizi
SVFM	Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli
VZA	Veri Zarflama Analizi

GİRİŞ

Gelişen dünya, artan nüfus ve ihtiyaçlar hiç şüphesiz kaynakların etkin kullanılmasını zorunluluk haline getirmektedir. Bu aşamada öne çıkan etkinlik kavramı gerçekleştirilen üretimde kaynakların en uygun duruma ne kadar yakın bir şekilde kullanıldığını tanımlamaktadır. Etkinliğin üretim birimi açısından önemi yadsınamaz iken yatırımcılar tarafından ne şekilde değerlendirildiği ya da değerlendirilmesi gerektiğinin araştırılması ihtiyacı meydana gelmiştir. Bu önemli etkenin varlık fiyatlama konusunda etkisinin araştırılması hem yatırımcılar hem de üretim birimleri açısından önem arz etmekte ve önümüzdeki yıllarda gündemde daha fazla yer tutması beklenmektedir.

Finansal varlık fiyatlamasının temellerinin dayandığı geleneksel portföy yönetimi portföydeki menkul kıymet sayısının artırılmasına dayalı basit bir çeşitlendirme ile yatırımın riskinin azaltılabileceğini savunmakta iken, modern portföy teorisinin Markowitz (1952) tarafından ortaya konmasından sonra finansal varlıkların riskleri ile beklenen getirileri arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan çok sayıda model geliştirilmiştir. Bu modellerden Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli gördüğü ilgi açısından değerlendirildiğinde finans literatüründe geniş bir yere sahiptir.

Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966) tarafından birbirlerinden bağımsız olarak geliştirilen SVFM hala yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen varsayımlarının gerçekçi bulunmamasından ötürü çeşitli eleştirilere maruz kalmıştır. Bu sebeple modelin geliştirilmesine yönelik adımlar atılmış ve modele farklı faktörler ekleyerek yeni modeller oluşturulması gündeme gelmiştir. Bu modellere önemli bir örnek de Fama ve French (1993) tarafından geliştirilen üç faktörlü varlık fiyatlandırma modelidir.

Fama-French üç faktörlü modelin kullanılması ve çeşitli çalışmalara konu olması üzerine bu modelin de farklı faktörler eklenerek geliştirilmesi gündeme gelmiştir. Carhart (1997) üç faktörlü modele momentum faktörünü de ekleyerek dört faktörlü bir

model oluşturmuştur. Bununla birlikte Brennan ve Subrahmanyam (1996) üç faktörlü modele likidite faktörünü eklemişlerdir. Ayrıca, Pastor ve Stambaugh (2003) dört faktörlü modele likidite faktörünü ekleyerek beş faktörlü model üzerinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Fama ve French (2015) ise Fama-French üç faktörlü modele karlılık ve yatırım faktörlerini ekleyerek elde ettikleri beş faktörlü modeli analizlerinde kullanmışlardır. Görüldüğü üzere Fama-French üç faktörlü modele yeni faktörler ekleyerek oluşturulan modeller ile finansal varlıkların fiyatlandırılmasında ek faktörlerin rolü incelenmiş, bunun yanında oluşturulan yeni modellerin varlık fiyatlarını açıklama kabiliyetini artırıp artırmadığı incelenmiştir. Bu çalışmada, Fama-French üç faktörlü modele etkinlik faktörü eklenerek elde edilen model ile etkinlik skorlarının sanayi firmalarına ait hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi sorgulanmıştır. Etkinlik hesaplamasının sektör özelinde yapılması gerekliliğinden hareketle Borsa İstanbul'un en geniş sektör endeksi olan sınai endeksteki firmalar incelenmiştir. Böylece Borsa İstanbul'da işlem gören sanayi firmalarına ait hisse senetleri getirilerinde etkinlik skorlarının rolünü inceleyerek etkinlik skorlarının finansal varlıkların getirileri üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu sebeple etkinlik skorları tarafından temsil edilen etkinliğin sanayi firmalarına ait hisse senetlerinin fiyatlandırılmasındaki rolü Fama-French üç faktörlü modeli çerçevesinde incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASI

1.1. Portföy ve Portföy Yönetimi

Finans literatürü incelendiğinde finansal varlıkların fiyatlandırılması çalışmalarının portföy yönetimi kavramı ile birlikte incelenmesi gerektiği görülmektedir. Finans alanı için portföy, en temel haliyle bir yatırımcının sahip olduğu menkul değerler toplamı olarak adlandırılabilir (Seyidoğlu, 2001: 369).

Bu çalışmada da kullanıldığı anlamıyla portföy bir menkul kıymetler topluluğudur. Bir yatırımcının karşılaştığı en temel sorun ise hangi riskli menkul kıymetlere yatırım yapması gerektiğidir. Yani yapılması gereken farklı portföy grubu seçenekleri arasından en uygun portföyün seçilmesidir (Sharpe vd., 1999: 139). Bu aşamada portföy yönetimi olgusunun anlaşılması gerekmektedir. Portföy yönetimi en az risk ve en fazla getiri amacıyla yatırım araçlarının yönetilmesidir (Karan, 2004: 533).

Portföy yönetiminde optimum portföyün tespit edilmesi önem taşımaktadır. Optimum portföyün elde edilmesinin farklı yöntemleri bulunmaktadır. 1950 yılına kadar gündemde bulunan geleneksel portföy teorisi portföy riskinin azalması için menkul kıymet sayısının artırılması gerektiğini ve getirisi yüksek menkul kıymetlere yatırım yapılmasını savunurken 1950'li yılların başında geliştirilen modern portföy teorisi ile geleneksel yaklaşım bırakılmıştır. Modern portföy teorisinde belirli risk düzeyinde en çok getiriyi sağlayan portföylerin, belirli bir getiri düzeyinde en az riski taşıyan portföylerin seçilmesi esastır (Çelenli vd., 2015: 25-26). Yani portföy teorisi genel olarak Markowitz'in (1952) temellerini attığı modern portföy teorisi ve öncesi dönemde oluşan geleneksel portföy teorisi olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.2. Geleneksel Portföy Teorisi

Markowitz (1999) portföy teorisinin tarihini anlattığı çalışmasında, 1950 öncesinde portföy teorisine katkı yapan kişiler olarak J.R. Hicks, J. Marschak, J.B. Williams ve D.H. Leavens'ı sıralamıştır.

Markowitz'e (1999) göre Hicks (1935), beklenen yatırım periyodunu ve yatırımın beklenen net verimini etkileyen bir faktör olarak riski analizine dahil etmiş, riski tanımlarken standart sapma ya da başka bir spesifik risk ölçümünden bahsetmemiştir. Hicks (1935) çalışmasında birden fazla riskli yatırımda alınan toplam riskin her bir yatırımın bireysel riski ile alakalı olmadığını ve birden fazla farklı yatırımda alınan toplam riskin, bu yatırımlar için harcanan sermayenin tek yönde bir yatırıma harcanması ile alınan riskten düşük olacağını ifade etmiştir. Yani yatırım sayısının artması riski azaltmak için kullanılabilecek bir yöntem olarak ortaya konmuştur.

Marschak (1938) ise Hicks (1935) gibi genel fiyat teorisi ile birleştirerek daha iyi bir para teorisi üretmek istemiş, bununla birlikte çalışmasının portföy özelinde olmamasına ve istatistiki parametrelerin yatırımcı portföylerinin bir bütün olarak nasıl oluşturduklarını analiz etmeden doğrudan fayda ve dönüşüm fonksiyonlarına dahil etmesine rağmen çalışması piyasalar teorisi için bir dönüm noktası özelliği taşımakta olup, SVFM'ye temel oluşturmuştur. Williams (1938) ise, bir hisse senedinin gelecekteki getirilerinin veya bir tahvilin anapara ve faizinin belirsiz olabileceğini ve bu durumda olasılıkların bir menkul kıymetin olası farklı değerlerine tayin edilmesi gerektiği ve bu değerlerin ortalamasının menkul kıymetin değerini verdiğini belirtmiştir. Ayrıca, yeteri kadar fazla menkul kıymete yatırım yapmanın riski hemen hemen elimine edebileceğini ifade etmiştir (Markowitz, 1999: 12-13).

Geleneksel yaklaşım özelinde portföy teorisine en yakın çalışma Leavens (1945) tarafından yapılmıştır. Leavens (1945) tek bir sektöre yatırım yapmaktansa farklı sektörlere yatırım yapılarak elde edilecek çeşitlendirmenin sektörel riski ortadan kaldıracağını ifade etmiştir (Uyar ve Kangallı, 2012: 185).

Geleneksel portföy yaklaşımında portföy yönetimi, bilimden ziyade kendine has kuralları ve prensipleri olan bir sanat olarak görülmektedir. Geleneksel yaklaşıma göre yatırımcı, risk ve getiriye ilişkin fayda tercihlerini maksimize edecek bir portföy seçerek ortaya çıkan risk düzeyine göre, elde edeceği faydayı maksimize etmeye çalışacaktır. Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri farklı yönlerde hareket edebileceği için, portföyün riski portföyü oluşturan menkul kıymetlerin bireysel riskinden düşük olacaktır (Korkmaz ve Ceylan, 2007: 505). Böylece, geleneksel portföy yönetiminde,

portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkiler dikkate alınmadan sadece portföydeki menkul kıymetlerin sayılarının artırılmasıyla yatırımın riskinin azaltılabileceği öngörülmektedir (Akay vd., 2002: 127).

Görüldüğü üzere geleneksel portföy yönetimi, portföydeki menkul kıymet sayısının artırılmasına dayalı basit bir çeşitlendirme ile yatırımın riskinin azaltılabileceğini savunan bir teoriye dayanmaktadır. Yani bu yaklaşımda portföy riskinin azaltılması için portföye alınan menkul kıymet sayısının artırılması gerekmektedir.

1.3. Modern Portföy Teorisi

Portföyde bulunan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkileri dikkate almadan sadece portföydeki menkul kıymetlerin sayılarının artırılmasıyla portföy riskinin azaltılabileceğini öngören geleneksel portföy yönetimi yaklaşımı, modern portföy yönetiminin kurucusu olan Markowitz'in geliştirdiği teoriyle beraber geçerliliğini yitirmiştir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 104).

Markowitz, 1952 yılında yayınladığı Portföy Seçimi adlı makale ile Modern Portföy Teorisi'nin temellerini atmıştır. Markowitz (1952), portföy seçim sürecinin 2 aşamaya ayrılabileceğini; birinci aşamanın gözlem ve deneyim ile başladığını ve mevcut menkul kıymetlerin gelecekteki performansları hakkındaki kanaatler ile sona erdiğini, ikinci aşamanın ise portföyün gelecekteki ilgili kanaatler ile başladığını ve portföy seçimi ile sona erdiğini belirtmiştir. Söz konusu makalede ikinci aşama üzerinde durulmuş ve öncelikle, yatırımcının iskonto edilmiş beklenen getiriyi maksimize ettiği (veya etmesi gerektiği) kuralı ele alınmış ve bu kural hem açıklanacak bir hipotez olarak hem de yatırım davranışına rehber bir gaye olarak reddedilmiştir. Daha sonra, yatırımcının beklenen getiriyi istenen bir durum olarak, getirinin varyansını ise istenmeyen bir durum olarak değerlendirdiği (veya değerlendirmesi gerektiği) kuralı incelenmiş, kuralın yatırım davranışı hakkında hem bir düstur hem de hipotez olarak birçok mantıklı noktası olduğu belirtilmiştir. Kanaatler ve portföy seçimi arasındaki ilişkiler "Beklenen getiriler-getirilerin varyansı" kuralına göre geometrik olarak tasvir edilmiştir. İlk olarak yatırımcının iskonto edilmiş getiriyi maksimize etmesi gerektiği hipotezinin reddedilmesi gerektiği, çeşitlendirmenin üstünlüğünü içermeyen bir davranış kuralının reddedilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Yatırımcının hem

çeşitlendirme yapması hem de beklenen getiriyi maksimize etmesi gerektiğini ifade eden diğer kuralın hem en yüksek beklenen getiriye hem de en düşük varyansa sahip bir portföy bulunduğunu varsaydığını ve yatırımcıya bu portföyü tavsiye ettiğini ifade etmiştir. Makaleye göre; menkul kıymetlerin getirilerinin birbirleri ile çok ilişkili olması ve çeşitlendirmenin tüm varyansı ortadan kaldıramaması ve en yüksek getiriye sahip portföyün her zaman illa ki en düşük varyansa sahip olan portföy olmaması sebepleriyle beklenen getiri kuralı yetersizdir. Bir diğer kural Beklenen Getiri-Getiri Varyansı kuralına göre yatırımcı Beklenen Getiri-Getiri Varyansı etkin olan yani bir getiri düzeyine göre minimum varyanslı ya da bir varyans düzeyine göre en yüksek ya da daha yüksek getiriye sahip portföyler arasından seçim yapmak isteyecektir. Burada Beklenen Getiri-Getiri Varyansı hipotezi sadece çeşitlendirmeyi değil doğru sebeple doğru türde çeşitlendirmeyi ifade etmektedir. Çeşitlendirmenin yeterliliğinin sadece farklı menkul kıymetlerin sayısına bağlanmaması gerekmektedir. Bu yüzden varyansı düşük tutmak için fazla menkul kıymete yatırım yapmak Markowitz tarafından yeterli bulunmamıştır. Ayrıca, makaleye göre birbirleri arasında yüksek kovaryansa sahip menkul kıymetlere yatırım yapmaktan kaçınmak gerekmektedir. Bununla birlikte endüstriler arasında çeşitlendirme yapılması gerekmektedir çünkü farklı endüstrilerdeki firmalar, özellikle farklı ekonomik karakteristiğe sahip endüstrilerdeki firmalar, bir endüstrideki firmalardan daha az kovaryansa sahiptirler.

Markowitz modelinin yatırımcı davranışı ile ilgili dayandığı varsayımlar şunlardır (Reilly ve Brown, 2012: 183):

i. Yatırımcılar, her yatırım alternatifinin, elde tutma dönemi boyunca beklenen getirilerinin olasılık dağılımı tarafından temsil edildiğini düşünürler.
ii. Yatırımcılar tek dönemlik beklenen faydayı maksimize ederler ve fayda eğrileri refahın azalan marjinal faydasını gösterir.
iii. Yatırımcılar portföy riskini, beklenen getirilerin değişkenliğini temel alarak hesaplar.
iv. Yatırımcıların kararları sadece beklenen getiri ve riski temel alır, bu yüzden fayda eğrileri beklenen getirilerin ve beklenen varyansın bir fonksiyonudur.
v. Belirli bir risk seviyesi için yatırımcılar yüksek getiriyi düşük getiriye tercih ederler. Benzer şekilde belirli bir beklenen getiri seviyesi için düşük riski büyük riske tercih ederler.

Bu varsayımlar altında, bir portföy eğer aynı risk düzeyinde başka hiçbir portföy daha yüksek beklenen getiri, ya da aynı beklenen getiri düzeyinde daha düşük risk sunmuyorsa söz konusu portföy etkin olarak kabul edilir (Reilly ve Brown, 2012: 183).

Modern Portföy Teorisi yatırımcıya, sonsuz sayıda olasılık var iken optimum portföyünü belirleyebileceği bir imkan sunmayı amaçlamaktadır. Beklenen getiri ve standart sapmaları içeren bir yöntem kullanmak, yatırımcının portföye eklenmesini düşündüğü her menkul kıymetin beklenen getirisini ve standart sapmasını, menkul kıymetlerin arasındaki tüm kovaryansları ile birlikte hesaplamaya ihtiyacı olduğunu gösterir. Yatırımcı bu hesaplamalar sayesinde Markowitz'in etkin sınır eğrisini elde edebilir. Yatırımcı daha sonra belirli bir risksiz faiz oranı için teğet portföyü tanımlayabilir ve doğrusal etkin setin konumunu belirleyebilir. Son olarak yatırımcı, bu teğet portföye yatırım yapmaya devam edebilir ve borçlanma veya borç verme oranı yatırımcının risk-getiri tercihlerine bağlı olmak üzere, risksiz orandan borçlanabilir ya da borç verebilir (Sharpe vd., 1999: 256).

Markowitz'e göre, korelasyon katsayısı ile portföy riski arasındaki doğrusal ilişki nedeniyle sadece çeşitlendirme yaparak riskin azaltılması mümkün olmayıp, korelasyon katsayıları esas alınmalıdır. Markowitz modelinin bir diğer adı da ortalama varyans modelidir (Korkmaz ve Ceylan, 2007: 505). Markowitz Ortalama-Varyans Modeli ile, sadece portföy çeşitlendirilmesine gidilerek riskin azaltılamayacağı, portföyde yer alan menkul kıymetler arasındaki ilişkinin yönünün ve derecesinin de riskin azaltılması yönünde etkili olduğu gösterilmiştir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 104).

Çeşitlendirmenin riski azaltırken, riski tamamen ortadan kaldırmayacağını öne süren Markowitz'in çalışması, yatırımları çeşitlendirme fikrini matematiksel formül ile sunan ilk çalışmadır (Rubinstein, 2002: 1042). Yatırımcıların riskten kaçındığı ve yatırımların yaklaşık normal olasılık dağılımına sahip olduğu varsayımı altında birden fazla menkul kıymetten oluşan bir portföyün beklenen getirisi ve riski aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır (Kardiyen, 2008: 338-339).

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^{n} E(r_i)x_i \qquad (1.1)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} cov(r_i, r_j)x_i x_j \qquad (1.2)$$

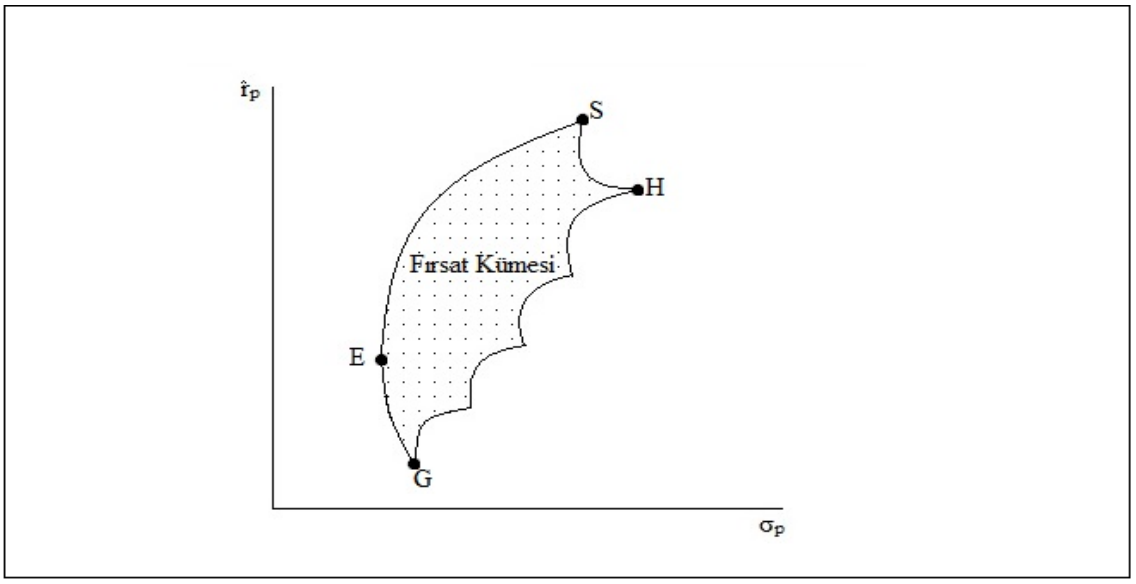
x_i	: i menkul kıymetinin portföydeki oranı
$E(r_p)$	: Portföyün beklenen getirisi
σ_p^2	: Portföy varyansı (riski)
$E(r_i)$	: i menkul kıymetinin beklenen getirisi
cov(ri, rj)	: i ve j menkul kıymetlerinin getirilerinin kovaryansı
n	: mevcut menkul kıymet sayısı

Markowitz'in Ortalama Varyans Modeli, portföyün toplam riskinin portföyü oluşturan varlıkların riskleri toplamından daha düşük olabileceğini, riskleri eşit olan portföylerin bazılarının daha yüksek getiriye ulaşabileceğini ya da eşit getirili portföylerin bazılarının daha düşük riske sahip olabileceğini göstermektedir (Ayan ve Akay, 2014: 120).

Etkin portföy, muhtemel porföyler arasından belli bir beklenen getiri oranında minimum varyansı sağlayan ve belli bir varyans için maksimum beklenen getiriyi sağlayan portföydür. Söz konusu etkin portföyleri birleştiren eğriye ise etkin sınır adı verilmektedir (Jacobs, vd. 2005: 586).

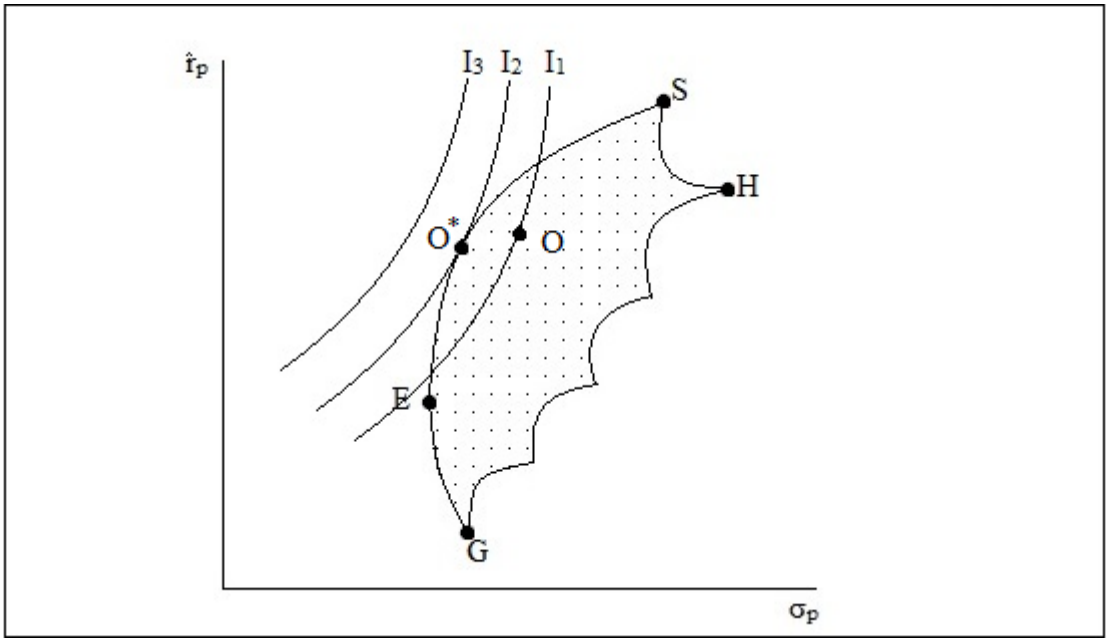
Etkin sınır teoremine göre, bir yatırımcı sonsuz seçenek arasından optimal portföyünü, değişen risk seviyelerinde en yüksek beklenen getiriyi sunan ve değişen beklenen getiri seviyelerinde en düşük riski sunan, portföy kümeleri arasından seçecektir. Bu iki durumu sağlayan portföy kümesine etkin sınır adı verilmektedir (Sharpe vd., 1999: 171).

Fırsat kümesi basitçe N adet menkul kıymetten oluşan bir gruptan oluşturulabilecek tüm portföyleri temsil eder. Yani, N adet menkul kıymetten oluşturulabilecek tüm portföyler ya fırsat kümesinin sınırı üzerinde ya da sınırları içinde bulunur (Sharpe vd., 1999: 172)



Şekil 1.1. Fırsat kümesi ve etkin sınır (Sharpe vd., 1999: 172)

En uygun portföyün seçilmesi için yatırımcının kayıtsızlık eğrilerinin etkin sınır ile birlikte ele alınması gerekmektedir. Yatırımcının kayıtsızlık eğrisinin etkin sınıra teğet olduğu nokta yatırımcı için en uygun portföyü göstermektedir. Şekil 1.2'de görüldüğü üzere yatırımcının en uygun portföyü O* noktasındadır. I_3 kayıtsızlık eğrisi I_2'den daha fazla fayda sağlayacağı için yatırımcı tabi ki I_3'ü I_2'ye tercih edecektir. Fakat I_3 kayıtsızlık eğrisi üzerinde herhangi bir portföy bulunmamaktadır. Yani I_3 eğrisi üzerinde bir portföyü seçmek imkansız olup, bu durum yatırımcının temennisinden öteye geçememektedir. Muhtemel portföylerden O portföyü de seçilebilecek portföyler arasındadır, lakin yatırımcının I_1 kayıtsızlık eğrisi yerine daha fazla fayda sağlayan I_2 kayıtsızlık eğrisi üzerinde bir portföyü seçmesi gerekmektedir (Sharpe vd., 1999: 173).



Şekil 1.2. Optimal portföy seçimi (Sharpe vd., 1999: 173)

Literatürdeki çalışmalardan da görüldüğü üzere Modern Portföy Teorisi, portföydeki menkul kıymet sayısının artırılmasının riski düşük tutmak için yeterli olmadığını belirtmektedir. Teoriye göre, portföye dahil edilecek menkul kıymetlerin beklenen getirisi ve standart sapmalarının yanında kovaryansları ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yani sadece menkul kıymetleri seçmek değil, menkul kıymetlerin birbirleri ile arasındaki ilişkiyi de inceleyerek doğru menkul kıymet kombinasyonunun seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Modern Portföy Teorisi çeşitlendirme yolu ile riskten kaçınılabileceğini ifade etmiştir. Fakat yatırımcılar için önemli olan beklenen getiri hesaplamasında, çeşitlendirme ile yok edilemeyen sistematik riskin de göz önüne alınması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak üzere Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli geliştirilmiştir.

1.4. Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli

Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli finansal varlık fiyatlamasına modern portföy teorisi çerçevesinde bir yaklaşım sunmaktadır.

Varlık getirilerinin genel denge ilişkisinin standart formu Sharpe, Lintner ve Mossin tarafından birbirlerinden bağımsız olarak geliştirilmiştir. Bu nedenle çoğu

zaman sermaye varlıklarını fiyatlama modeli Sharpe-Lintner-Mossin formu olarak ifade edilmektedir (Elton vd., 2014: 291).

Sharpe (1964), birey için en uygun yatırım politikası konusunda, kişinin belirli bir yatırımın arzu edilebilirliğini değerlendirirken beklenen değer ve standart sapma parametrelerini temel alarak davranmak isteyeceğini belirtmiş ve bu durumu aşağıdaki fayda fonksiyonu ile ifade etmiştir.

$$U = f(E_w, \sigma_w) \tag{1.3}$$

E_w: Gelecekteki beklenen servet

σ_w: Gelecekteki gerçek servetin E_w'den olası ayrışmasının tahmin edilmiş standart sapması

Sharpe (1964) yatırımcıların gelecekteki daha yüksek bir beklenen serveti daha düşük olana tercih edeceklerini varsaymıştır. Ayrıca, yatırımcıların riskten kaçındığını yani düşük σ_w değerine sahip yatırımları yüksek σ_w değerine sahip yatırımlara tercih ettiklerini varsaymıştır. Bu varsayımların E_w ve σ_w ile ilgili kayıtsızlık eğrilerinin yukarı doğru eğimli olacağını gerektirdiği söz konusu çalışmada ifade edilmiştir. Bireysel varlıkların karakteristikleri ve yatırımın yatırım fırsatları eğrisi üzerindeki konumu arasındaki ilişkinin karmaşıklığı, varlıkların cazibesini elde etmek için basit bir kural temin etmeyi, yatırımcının bütün yatırım fırsatları eğrisi üzerindeki bir varlığın etkisinin sadece varlığın beklenen getiri oranına ve riskine değil diğer fırsatlar ile korelasyonuna bağlı olması nedeniyle, zorlaştırdığı belirtilmiştir. Çalışmada, tüm yatırımcıların eşit şartlarda borçlanıp, borç verebilecekleri bir saf faiz oranı bulunduğu ve yatırımcı beklentilerinin homojen olduğu varsayımları altında sermaye piyasasının denge koşulları elde edilmeye çalışılmıştır. Bu varsayımlar altında oluşturulan denge durumunda riskli varlıkların etkin kombinasyonlarının beklenen getirileri ve standart sapmaları arasında basit doğrusal bir ilişki olduğu savunulmuştur. Çeşitlendirmenin yatırımcının ekonomik aktivitedeki sallantılardan kaynaklanan risk haricinde tüm risklerden kaçınmasını sağlayacağı ifade edilmiştir.

SVFM'nin Sharpe versiyonunda yatırımcının riskten kaçınması durumuna kanıt olarak fonların yıllık standart sapmasını bu fonların yıllık ortalama getirilerine bağlayan

yeterli derecede güçlü bir korelasyon katsayısı bulunduğu ifade edilmiştir. Ayrıca faiz oranı ve riskin fiyatı olmak üzere iki fiyatın açık piyasada seçenek olarak bulunduğu belirtilmiştir (Jewczyn, 2013: 78).

Lintner (1965), çalışmasında pozitif getirili risksiz varlıklara yatırım yapma ve açığa satış imkanı bulunan riskten kaçınan yatırımcıların en uygun portföyü seçme problemi üzerinde durmaktadır. Ayrıca riskli varlık portföyünde çeşitli anlamlı denge özellikleri geliştirmiştir. Şöyle ki; hisse senetlerinin risk primleri negatifken bile en uygun portföyde uzun vadeli kalabileceği ya da risk primleri pozitifken bile en uygun portföyde kısa vadeli kalabilecekleri koşullar oluşturmuştur. Ayrıca, bir menkul kıymetin beklenen getirisi, standart sapması, varyansı ve/veya kovaryansının farklı komibinasyonlarının diğer parametreler sabit tutulduğunda aynı karşılaştırmalı elde tutma sonucunu vereceği konusunda ifadeler geliştirilmiştir. Makalede, geliştirilen kayıtsızlık fonksiyonlarının doğrudan gerekli getiri oranı ile risk parametreleri arasındaki ilişki için kanıt oluşturduğu belirtilmiştir.

Lintner varlıkların kusursuz koşullar altında bulunan ve menkul kıymet fiyatlarının genel dengede oluştuğu rekabetçi bir piyasada alınıp satılacağına ilişkin bir portföy teorisini önermiştir. Ayrıca Lintner, sermaye varlığı fiyatlama çerçevesinde yatırımcıların gelecekteki getiriler hakkında aynı beklentilere sahip olmaması durumunda dahi genel dengede Sharpe tarafından gerçek piyasada gözlenen çift fiyat noktaları hakkındaki gözlemlerinin tutarlı olacağı noktasında Sharpe'tan ayrılmaktadır (Jewczyn, 2013: 79).

Mossin (1966) riskli varlıklara yönelik bir piyasanın özelliklerini, bireysel yatırımcıların portföylerinin beklenen getirisi ve getiri varyansı üzerinde tercih fonksiyonlarını maksimize etmeye çabaladığı genel mübadele dengesine ait basit bir model temelinde incelemiştir. Çalışmada, bir piyasa risk primi teorisi izah edilmiş ve genel dengenin, dolar başına beklenen getiri ve getirinin standart sapmasını ilişkilendiren sözde bir piyasa doğrusunu ima ettiği gösterilmiştir.

Markowitz tarafından 1960'larda öne sürülen portföy teorisi daha sonraki dönemde geliştirilerek, finansal bir varlığın risk ve getirisinin arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı bir bilimsel tabana oturmasını sağlamıştır. Literatürde "Sermaye Varlıklarını

Fiyatlama Modeli (CAPM)" olarak adlandırılan bu teori yatırım yapılması planlanan menkul değerin sahip olduğu riske uygun bir getiri verip vermediğini açıklamaya yaramaktadır. Bilimsel ve uygulamalı çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılan bu teorinin gerçek yatırım ortamına uygulamaları ile ilgili birçok eksiklik bulunmaktadır (Karan, 2004: 199).

Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli varsayımları şunlardır (Sharpe vd., 1999: 228);

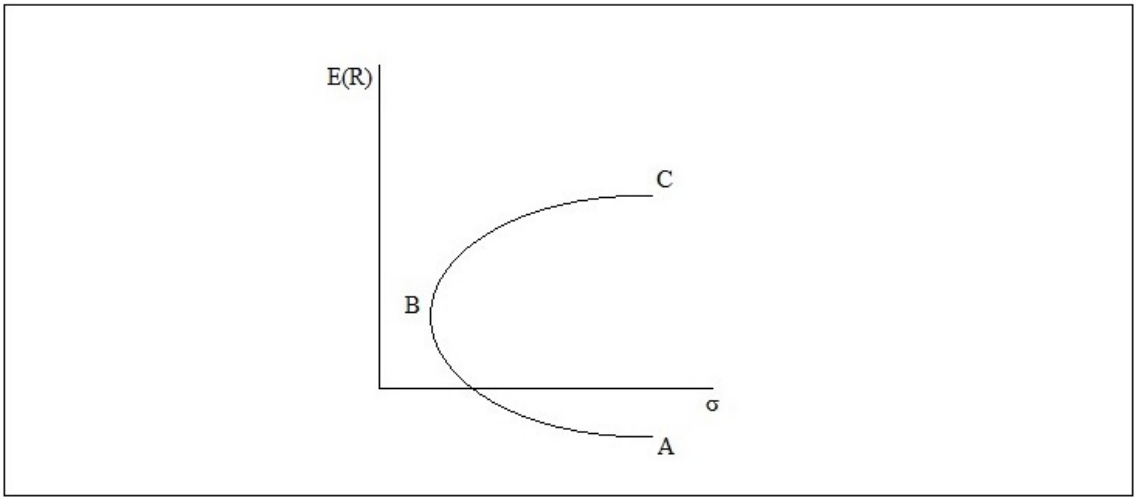
i. Yatırımcılar portföylerini, portföylerinin beklenen getirileri ve standart sapmalarının bir dönemlik ufkuna bakarak değerlendirirler.
ii. Yatırımcılar asla doymazlar bu yüzden özdeş standart sapmaya sahip iki portföy arasında seçme şansı verildiğinde yüksek beklenen getiriye sahip olanı seçerler.
iii. Yatırımcılar riskten kaçınırlar bu yüzden özdeş beklenen getiriye sahip iki portföy arasında seçme şansı verildiğinde düşük standart sapmaya sahip olanı seçerler.
iv. Bireysel varlıklar sonsuz bölünebilir yani yatırımcı arzu ederse bir payın bir parçasını satın alabilir.
v. Yatırımcının hem borç verebileceği (yatırım) hem de borç alabileceği risksiz bir faiz oranı bulunmaktadır.
vi. Vergiler ve işlem maliyetleri konu dışıdır.
vii. Bütün yatırımcılar aynı bir dönemlik ufka sahiptirler.
viii. Risksiz faiz oranı bütün yatırımcılar için aynıdır.
ix. Bilgi tüm yatırımcılar için ücretsiz ve anında ulaşılabilirdir.
x. Yatırımcılar homojen beklenen getirilere sahiptirler yani, menkul kıymetlerin beklenen getirileri, standart sapmaları ve kovaryansları ile ilgili olarak aynı algılara sahiptirler.

Bu varsayımlara göre, herkes aynı bilgiye sahip olup, menkul kıymetler hakkındaki gelecek beklentileri konusunda hemfikirdir. Bu durum yatırımcıların bilgiyi aynı şekilde analiz ettikleri ve işledikleri anlamına gelmektedir. Menkul kıymet piyasaları mükemmel piyasalardır; yani yatırımı engelleyecek zorluklar bulunmamaktadır. Sınırlı bölünebilme, vergiler, işlem maliyetleri ve farklı risksiz borç alma ve verme oranları gibi potansiyel engeller yok varsayılmıştır. Bu yaklaşım, konunun odak noktasının bir yatırımcının nasıl yatırım yapması gerektiği sorusundan,

eğer herkes benzer bir şekilde yatırım yapsaydı menkul kıymet fiyatlarına ne olacağı sorusuna kaymasına izin vermektedir. Piyasadaki tüm yatırımcıların kolektif davranışlarının incelenmesi her menkul kıymetin riski ve getirisi arasındaki denge ilişkisinin geliştirilmesini sağlamıştır (Sharpe vd., 1999: 228).

Bütün yatırımcılar aynı etkin set ile karşı karşıya olduklarından, birbirine benzemeyen portföyleri seçmelerinin tek nedeni farklı kayıtsızlık eğrilerine sahip olmalarıdır, bu durum risk ve getiriye karşı bağımsız tercihlerle sonuçlanmaktadır. Bu, her yatırımcının fonlarını aynı nispi oranlarda, kişisel olarak tercih edilmiş risk ve getiri kombinasyonlarını elde etmek için risksiz borçlanma ve borç vermeyi dahil ederek, riskli menkul kıymetler arasında dağıtacağı anlamına gelmektedir. SVFM'nin bu özelliği ayrım teoremi olarak adlandırılmaktadır. Bu teoreme göre yatırımcı için riskli varlıkların en uygun kombinasyonu yatırımcının risk ve getiriye karşı tercihleri hakkında hiçbir bilgi olmadan tespit edilebilecektir (Sharpe vd., 1999: 229). Sermaye piyasası doğrusu üzerindeki portföylerin diğer portföylere göre dominant olması sermaye piyasası doğrusunun etkin sınır haline gelmesine neden olmaktadır. Ayrım teoremine göre yatırımcı sermaye piyasası doğrusu üzerinde ilk önce piyasa portföyüne yatırım yapar. Bu yatırım kararıdır. Daha sonra bu karardan ayrı olarak risk tercihine göre sermaye piyasası doğrusu üzerinde bir yerde bulunmak için borçlanma veya borç vermeye karar verir. Bu durum ise finansman kararıdır (Reilly ve Brown, 2012: 214). Görüldüğü üzere yatırım ve finansman kararı ayrım teoremine göre birbirinden ayrı kararlar olarak değerlendirilmektedir.

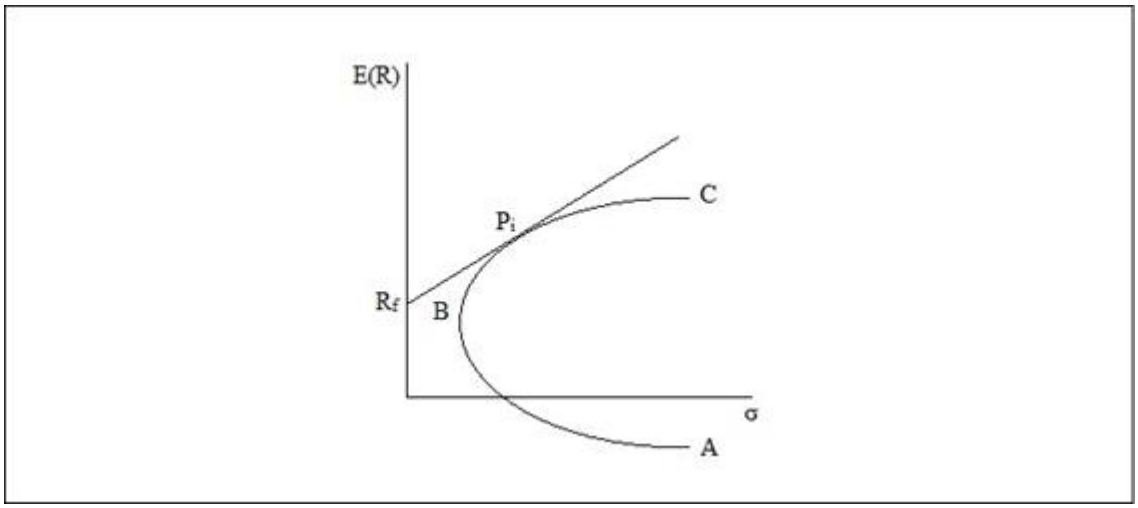
Risksiz borç verme ve alma olmadan açığa satışlarda her yatırımcı, şekil 1.3'te gösterildiği gibi bir etkin sınırla karşılaşmaktadır. Bu şekilde ABC minimum varyans portföy setini gösterirken, BC etkin sınırı göstermektedir. Beklentilerin farklı olmasından ötürü etkin sınır, yatırımcılar arasında farklılık gösterecektir (Elton vd., 2014: 292).



Şekil 1.3. Etkin Sınır-Borç alma ve verme yok (Elton vd., 2014: 292)

Risksiz borç verme ve alma dahil edildiğinde herhangi bir yatırımcının tutacağı riskli varlıklar portföyü yatırımcının risk tercihlerine bakılmaksızın tanımlanabilmektedir. Bu portföy, riskli varlıkların orijinal etkin sınırı ile risksiz getiriden geçen (dikey eksende) bir ışın arasındaki teğet noktasında bulunmaktadır. Bu durum Şekil 1.4'te i yatırımcısının riskli varlıklardan oluşan portföyünü gösteren P_i ile belirtilmiştir. Şekil 1.4'teki düz çizgi tüm etkin portföyleri üzerinde bulunduran sermaye piyasası doğrusunu göstermektedir. Etkin olmayan tüm portföyler sermaye piyasası doğrusunun altında yer almaktadır. Aşağıda gösterilen sermaye piyasası doğrusu denkleminde $\overline{R}_M - R_F / \sigma_M$ ifadesi, etkin bir portföyde standart sapmanın yani riskin bir birim artırılması durumunda elde edilecek ekstra getiriyi göstermekte, böylece bütün etkin portföyler için piyasa riskinin fiyatını temsil etmektedir. Söz konusu denklemde $\overline{R}_e$ etkin portföyün getirisini, $\overline{R}_M$ piyasa getirisini, R_f risksiz faiz oranını, σ_M piyasa portföyünün standart sapmasını, σ_e etkin portföyün standart sapmasını ifade etmektedir (Elton vd., 2014: 292-293).

$$\overline{R}_e = R_F + \frac{\overline{R}_M - R_F}{\sigma_M} \sigma_e \qquad (1.4)$$

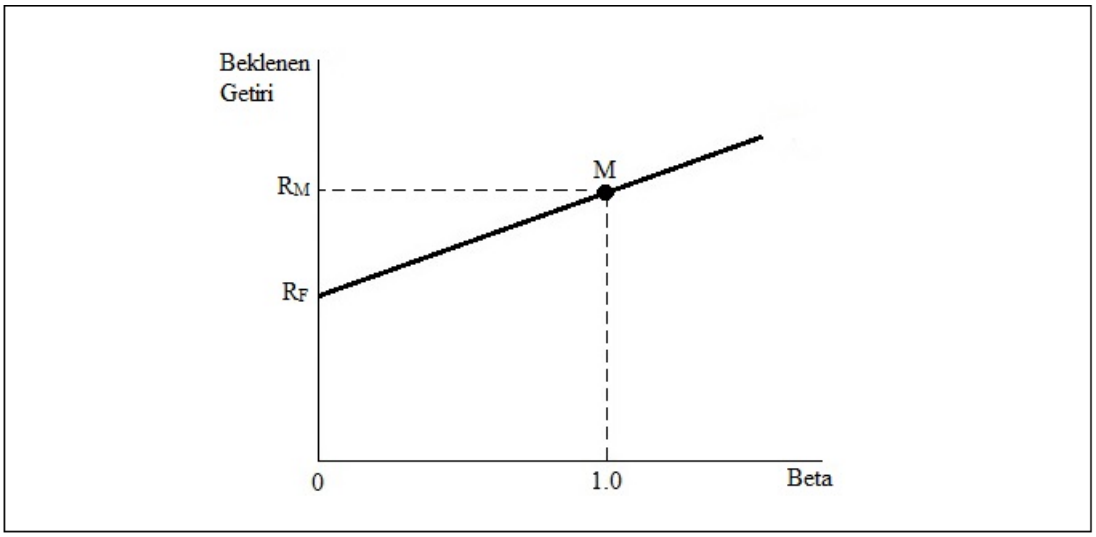


Şekil 1.4. Borç verme ve almanın bulunduğu durumda etkin sınır (Elton vd., 2014: 293)

Sermaye piyasası doğrusu üzerinde bulunan ve risk ile beklenen getirilerin alternatif kombinasyonlarını içeren etkin portföyler, piyasa portföyünü risksiz borçlanma ya da borç verme ile birleştirerek elde edilebilmektedirler. Piyasa portföyü ve risksiz borçlanma ya da borç almayı kullanarak oluşturulanlar haricindeki tüm portföyler sermaye piyasası doğrusu altında yer almaktadır (Sharpe vd., 1999: 231).

SVFM'nin gelişimindeki bir sonraki adım finansal varlığın bireysel getiri ve riski ile ilgilidir. SVFM teorisinde bir finansal varlığın riski o varlığın betası ile ölçülmektedir. Finansal varlığın risk ve getirisi arasındaki ilişkiyi menkul kıymet piyasa doğrusu gösterir (Brigham ve Gapenski, 1990: 64). Sermaye piyasası doğrusu gibi menkul kıymet piyasa doğrusu da risk ve beklenen getiri arasındaki ilişkiyi gösterir. Fakat sermaye piyasası doğrusu ve menkul kıymet piyasa doğrusu arasında iki fark bulunmaktadır. Birincisi, sermaye piyasası doğrusu riski yatırımın standart sapması ile ölçerken menkul kıymet piyasa doğrusu yatırımın dalgalanmasının sistematik kısmını dikkate alır. İkincisi, sermaye piyasası doğrusu sadece tamamen çeşitlendirilmiş portföylere uygulanabilirken menkul kıymet piyasa doğrusu herhangi bir varlığa ya da varlık topluluğuna uygulanabilmektedir (Reilly ve Brown, 2012: 218). Şekil 1.5'te gösterilen menkul kıymet piyasa doğrusu aşağıdaki denklem ile ifade edilebilmektedir (Elton, vd., 2014: 296).

$$\overline{R}_i = R_F + \beta_i(\overline{R}_M - R_F) \tag{1.5}$$



Şekil 1.5. Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu (Elton vd., 2014: 296)

SVFM, tüm menkul kıymetlerin menkul kıymet piyasa doğrusu üzerinde yer aldığını ifade etmektedir. Bu doğru üzerinde yer alan bir finansal varlığın beklenen getirisinin hesaplanabilmesi için SVFM'nin formülasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır.

SVFM'de yatırımcılar tarafından talep edilen beklenen getiri oranı üç unsura dayanır. Bunlardan birincisi, paranın zaman değerinin karşılığı olarak risksiz faiz oranı, ikincisi sistematik riske maruz kalmanın karşılığı olan piyasa risk primi, üçüncüsü ise β ile ölçülen sistematik risk miktarıdır (Ross, vd., 2012: 436). Bu sebeple SVFM formülasyonu da bu üç unsuru içermektedir. Sharpe ve Lintner varsayımlarına göre finansal varlık fiyatlama modeli çerçevesinde i finansal varlığına ait beklenen getiri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Sümer ve Hepsağ, 2007: 5).

$$E[R_i] = R_f + \beta_{im}(E[R_m] - R_f) \tag{1.6}$$

$$\beta_{im} = \frac{Cov[R_i, R_m]}{Var(R_m)} \tag{1.7}$$

R_m: Pazar getirisi

R_f: Risksiz finansal varlığın getirisi

β_{im}: i finansal varlığının piyasaya duyarlılığını ifade eden piyasa riski

Modelde beta katsayısı (β), finansal varlığın beklenen getirisi ile pazar portföyünün beklenen getirisi arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir.

1.5. Arbitraj Fiyatlama Teorisi

Ross (1976) sermaye varlıklarını fiyatlama modeline alternatif olarak arbitraj fiyatlama teorisini (AFT) geliştirmiştir. SVFM varlığın getirisini pazar portföyü getirisine bağlayan tek faktörlü bir model iken AFT, yatırımın getirisini birden fazla faktörü içeren bir yapı ile açıklamaya çalışmaktadır (Karan, 2004: 251). AFT'nin dayandığı önermeler şunlardır: Menkul kıymet getirileri faktör modeli ile açıklanabilir, kişiye özgü riski değiştirmeye yetecek sayıda menkul kıymet bulunmaktadır ve iyi işleyen menkul kıymet piyasaları arbitraj fırsatlarının bulunmasına izin vermezler (Bodie, vd., 2014: 327). AFT'deki risk getiri ilişkisi konusunda Ross, riskten kaçınma varsayımı veya ortalama varyans modelini kullanmamış, beklenen getiri ve risk arasındaki doğrusal ilişkiyi finansal varlık piyasalarında arbitraj imkanı bulunmamasına yani iki aynı malın farklı fiyata satılamayacağını öngören tek fiyat kanununa bağlamıştır. Bu kanuna göre bir varlık iki veya daha fazla piyasada farklı fiyatlardan satılıyor ise, yatırımcıların bu arbitraj imkanını kullanarak düşük fiyattan alıp yüksek fiyattan satmaları sonucunda, fiyatlar dengeye gelerek arbitraj imkanının ortadan kalkmasına sebep olacaktır (Levy ve Post, 2005: 351).

Arbitraj fiyatlama teorisinin 3 önemli varsayımı şunlardır (Reilly ve Brown, 2012: 242):

i. Sermaye piyasalarında tam rekabet koşulları bulunmaktadır.
ii. Yatırımcılar kesin olarak her zaman yüksek serveti düşük servete tercih ederler.
iii. Varlık getirilerini meydana getiren olasılıksal süreç K adet risk faktörü grubunun doğrusal bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir ve sistematik olmayan riskin tümü çeşitlendirme ile yok edilmiştir.

Ayrıca, SVFM geliştirilirken kullanılan şu üç varsayıma AFT'de gerek duyulmamaktadır (Reilly ve Brown, 2012: 242):

i. Yatırımcılar kuadratik fayda fonksiyonuna sahiptirler,
ii. Normal dağılmış finansal varlık getirileri,
iii. Bütün riskli varlıkları içeren ve ortalama-varyans etkin bir piyasa portföyü bulunmaktadır.

AFT'ye göre varlık getirileri K adet faktörü bulunan aşağıdaki model ile gösterilebilir (Reilly ve Brown, 2012: 242-243).

$$R_i = E(R_i) + b_{i1}\delta_1 + b_{i2}\delta_2 + \ \ldots + b_{ik}\delta_k + \varepsilon_i \qquad (1.8)$$

i = 1,2,…,n olmak üzere,

R_i: i varlığının gerçekleşen getirisi

$E(R_i)$: Bütün risk faktörlerinde sıfır değişim olması durumunda, i varlığının beklenen getirisi

b_{ij}: i varlığının getirilerinin j faktöründeki değişimlere tepkisi

δ_k: Bütün varlıkların getirilerini etkileyen sıfır ortalamaya sahip ortak faktör grubu

ε_i: i varlığının getirisindeki emsalsiz etki (Diğer bir deyişle, varsayıma göre büyük portföyler için tamamen çeşitlendirilebilen ve ortalaması sıfır olan tesadüfi hata terimi)

n: Varlık sayısı

δ terimleri bütün varlık getirilerini etkilemesi beklenen muhtelif risk faktörlerini temsil etmektedir. Bu faktörlere örnek olarak enflasyon, gayrisafi yurtiçi hasılanın artması, büyük politik çalkantılar veya faiz oranındaki değişimler gösterilebilir. AFT, SVFM'nin aksine getirileri etkileyen çok fazla faktör olduğunu iddia etmektedir. Zira SVFM'de ölçülecek risk olarak sadece beta, yani varlık ile piyasa portföyünün kovaryansı bulunmaktadır. SVFM'de olduğu gibi AFT'de de varlığa özgü etkiler (εi) bağımsızdır ve büyük porföylerde çeşitlendirme ile ortadan kalkar. AFT'ye göre denge noktasında varlığa özgü etkiler tamamen çeşitlendirildiğinde sistematik riski olmayan portföyün getirisinin sıfır olması varsayımına göre bir varlığın beklenen getirisi aşağıdaki şekilde olup, bu denklem AFT'nin temel sonucunu göstermektedir (Reilly ve Brown, 2012: 243).

$$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \ \ldots + \lambda_k b_{ik} \qquad (1.9)$$

λ_0 = Sistematik riski olmayan varlığın beklenen getirisi

λ_j = j faktörünün risk primi

b_{ij} = i varlığının j faktörüne duyarlılığı

Görüldüğü üzere AFT sermaye piyasalarında tek fiyat kanununa yani arbitrajın olmayacağı şartına dayalı ve SVFM'nin ortalama varyansa dayalı yapısı yerine risk faktörleri ve bu faktörlerin primlerine dayalı bir yapı ortaya koymuştur. Dolayısıyla modelde piyasa portföyüne olan ihtiyaç ortadan kalkmıştır. Fakat AFT, risk faktörlerinin sayısını ve ne olduklarını belirtmemektedir (Başoğlu, vd., 2001: 243).

1.6. Fama-French Üç Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modeli

Fama ve French'e (2004) göre, SVFM'nin geniş çapta kullanılmasının nedeni riski ve beklenen getiri ve risk arasındaki ilişkiyi ölçmek için güçlü ve tatmin edici tahminler sunmasıdır. Fakat model ile ilgili yapılan deneysel çalışmalarda problemler yaşanmaktadır. Bu problemler modelin basitleştirici varsayımlarından kaynaklanıyor olabileceği gibi model için geçerli testlerin uygulamasındaki zorluklardan da kaynaklanıyor olabilir. SVFM'nin deneysel testlerdeki başarısızlığı modelin birçok uygulamasının geçersiz olduğunu göstermektedir. SVFM'nin başarısızlığını ortaya koyan çalışmalar iki gruba ayrılmaktadır. Davranışçı yaklaşım içinde olanlardan oluşan ilk gruptakilerin görüşüne göre, yatırımcıların hisseleri DD/PD oranına göre sıralayıp, geçmiş performansları aşırı değerlemesi, düşük DD/PD oranına sahip olan büyüme hisselerinin yüksek fiyatlara, yüksek DD/PD oranına sahip olan değer hisselerinin ise düşük fiyatlara sahip olmasına neden olmaktadır. Aşırı tepkimeler düzeldiğinde ise değer hisseleri için yüksek getiri, büyüme hisseleri içinse düşük getiri sonucu ortaya çıkmaktadır. İkinci grup ise gerçek dışı varsayımlara sahip olan SVFM'nin tutarsızlıklarını daha karmaşık bir modele duyulan ihtiyaç ile dile getirmişlerdir.

Finans literatüründe hisse senedi getirilerini açıklama amacıyla yaygın olarak kullanılan SVFM'nin bir çok durumda yetersiz kalması nedeniyle farklı faktörlerinde de dahil olduğu alternatif modeller araştırılmıştır. Fama ve French (1993) tarafından geliştirilen üç faktörlü varlık fiyatlandırma modeli de bu alternatiflerden birisi olup, öncelikle bu modelin oluşmasında önemli katkı sağlayan Fama ve French (1992) çalışmasının incelenmesi gerekmektedir.

Fama ve French (1992), piyasa betası, firma büyüklüğü, fiyat kazanç oranı, kaldıraç oranı ve DD/PD oranının hisse senetlerinin yatay kesit ortalama getirileri üzerindeki rolünü incelemiştir. Yapılan çalışmada beta ve ortalama getiri arasındaki ilişkinin, 1963-1990 döneminde yok olduğu, 1941-1990 döneminde beta ve getiri

arasındaki basit ilişkinin zayıf olduğu ortaya çıkmıştır. Söz konusu çalışmada yapılan testler ortalama hisse senedi getirilerinin piyasa betası ile pozitif ilişki içinde olduğunu iddia eden SVFM'yi desteklememiştir. Beta ve beklenen getiri arasındaki basit ilişkiden farklı olarak beklenen getiri ile firma büyüklüğü, kaldıraç oranı, fiyat kazanç oranı ve DD/PD oranı arasındaki tek değişkenli ilişkinin güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın vurgulanan iki sonucundan birincisi, betanın yatay kesit ortalama hisse senedi getirilerini açıklayamadığıdır. İkinci önemli sonuç ise, 1963-1990 dönemi için, firma büyüklüğü ve DD/PD oranının ortalama hisse senedi getirilerinde kaldıraç oranı ve fiyat kazanç oranının etkilerini içerdiği bulgusudur. Çalışmanın sonuçlarına göre, eğer fiyatlar rasyonel olarak oluştuysa, hisse senedi riskleri çok boyutlu olup, riskin bir boyutu firma büyüklüğü tarafından temsil edilirken, diğer boyutu DD/PD oranı tarafından temsil edilmektedir. Yani, 1963-1990 dönemi için firma büyüklüğü ve DD/PD oranı, yatay kesit ortalama hisse senedi getirilerine basit ve güçlü bir tanımlama yapmıştır.

Fama ve French (1993), 1992'deki çalışmalarını 3 yönde genişletmişlerdir. Birincisi, hisse senedi getirileri yanına devlet ve şirket tahvil getirileri de eklenerek getirileri açıklanacak varlık kümesi genişletilmiştir. İkincisi, getirileri açıklamak için kullanılan değişken grubu genişletilmiştir. Tahvil getirileri konusunda önemli olan değişkenlerin hisse senedi getirilerini etkileyip etkilemediği, ya da hisse senedi getirileri konusunda önemli olan değişkenlerin tahvil getirilerini etkileyip etkilemediğini incelemek istenmiştir. Burada eğer piyasalar bütünleştiyse hisse ve tahvil getiri süreçlerinde çakışma olabileceği ihtimalinden yola çıkılmıştır. Üçüncüsü, zaman serisi regresyon yaklaşımı kullanılmıştır. Zaman serisi regresyonları iki önemli varlık fiyatlama konusunu incelemek için elverişli bulunmuştur. Birincisi, katsayılar ve R^2 değerleri, firma büyüklüğü ve DD/PD oranı faktörlerinin diğer faktörler tarafından açıklanmayan hisse senedi ve tahvil getirilerindeki değişimleri açıklayıp açıklayamadığını göstermektedir. İkincisi, zaman serisi regresyonları risksiz faiz oranı üzerinde kalan getirileri bağımlı değişken olarak kullanmakta ve sıfır yatırım portföylerinin getirilerini ya da fazla getirileri açıklayıcı değişken olarak kullanmaktadır. Fama ve French'in (1993) tespitine göre Merton'un 1973 yılında yaptığı çalışmada, böyle regresyonlarda iyi belirlenmiş bir varlık fiyatlama modelinin sıfırdan ayırt edilemeyen sabit terimler üreteceği belirtilmiştir. Varlık fiyatlama modellerini fazla getiri regresyonlarının sabit terimlerine göre değerlendirmek kesin bir

standart ortaya koymuştur. Sonuç olarak Fama ve French (1993), firma büyüklüğü ve DD/PD oranının, hisse senedi getirilerindeki ortak risk faktörlerine olan duyarlılığı temsil ettiğini kanıtlamıştır. Bununla birlikte, hisse senedi portföyleri için, piyasanın risksiz faiz oranı üzerinde kalan fazla getirisi ile firma büyüklüğü ve DD/PD oranını temsil eden getirileri içeren üç faktörlü regresyonların sabit terimleri sıfıra yakın bulunmuştur. Yani modelde kullanılan faktörler ortalama hisse senedi getirilerini açıklamada başarılı olmuştur. Zaman serisi regresyonlarına göre firma büyüklüğü ve DD/PD faktörleri hisse senetlerinin ortalama getirilerinin değişimlerini açıklayabilirler. Fakat bu faktörler yalnız başlarına hisse senedi getirilerinin risksiz faiz oranı üzerinde kalan getirisini açıklayamazken bu görevi piyasa faktörü yerine getirmektedir. Tahviller için ise, vade primi ve ödenememezlik primi faktörlerini temsil eden portföyler devlet ve şirket tahvillerinin getirilerinin çoğunu açıklamıştır. Çalışmanı sonuçları en az üç hisse senedi piyasası faktörü ve en az iki vade yapısı faktörünün getirileri etkilediğini göstermiştir.

Fama ve French (1995) çalışmalarının uzun dönemli amacını, ortalama hisse senedi getirileri ile firma büyüklüğü ve DD/PD oranı arasındaki ilişki için ekonomik bir temel oluşturma olarak açıklamışlardır. Çalışmalarını iki hipotez yönlendirmiştir. Birincisi, eğer ortalama getiri ilişkileri rasyonel fiyatlamadan kaynaklanıyorsa o zaman, ilk olarak firma büyüklüğü ve DD/PD oranı ile ilişkili getirilerde ortak risk faktörlerinin bulunması gerektiğidir. İkinci hipotez ise, getirilerdeki firma büyüklüğü ve DD/PD şablonları kazançların davranışı tarafından açıklanması gerektiğidir. 1963-1992 yılları arasındaki verileri kapsayan çalışmada, NYSE, AMEX ve NASDAQ hisseleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hisse senetleri ilk olarak büyüklüklerine göre sıralanmış ve medyana göre küçük ve büyük hisse senetleri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra yine aynı hisse senetleri DD/PD oranlarına göre sıralanmış ve hisse senetleri %30-%40-%30 oranlarında üç gruba ayrılmıştır. Yani en yüksek DD/PD oranına sahip %30'luk kesim yüksek, en düşük DD/PD oranına sahip %30'luk kesim düşük ve ortada kalan %40'lık kesim orta hisse senetleri olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. DD/PD oranı ise t-1 yılındaki defter değerinin t-1 yılı Aralık ayı sonu piyasa değerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Negatif defter değerli firmalar analize dahil edilmemiştir. Portföy oluşturmanın son aşaması olarak büyüklüğe göre oluşturulan iki grup ve DD/PD oranına göre oluşturulan üç grubun kesişiminden altı portföy oluşturulmuştur. Her t yılının Temmuz ayından t+1 yılının Haziran ayına kadar söz

konusu altı portföy için aylık değer ağırlıklı getiriler hesaplanmış ve her t+1 yılının Haziran ayında portföyler yeniden oluşturulmuştur. t-1 yılının defter değerinin elde edilebilmesi için, getirileri hesaplamaya t yılının Temmuz ayından başlanmıştır. Karlılık oranı olarak t yılı sonunda elde edilen ve amortisman, faiz, vergi ve temettüler çıktıktan sonra kalan gelirin t-1 yılının defter değerine bölünmesiyle elde edilen oran kullanılmıştır. SMB değişkeni her ay üç küçük hisse portföyünün ortalama getirisi ile üç büyük hisse portföyünün ortalama getirisi arasındaki fark olarak hesaplanmıştır. HML değişkeni iki yüksek DD/PD oranlı portföy ile iki düşük DD/PD oranlı portföyün ortalama getirileri arasındaki fark şeklinde hesaplanmıştır. Çalışmada, firmaların piyasa değeri veya DD/PD oranlarına göre sınıflandırılmadan önce kazancın nasıl hareket ettiğini ve sınıflandırmadan yıllar sonra karlılığın nasıl değiştiği sorgulanmıştır. Düşük DD/PD oranlı hisselerin portföy oluşturmadan dört yıl önce ve portföy oluşturmadan en az beş yıl sonra büyük DD/PD oranlı hisselerden daha karlı oldukları tespit edilmiştir. Küçük hisselerin ise büyük hisselere göre daima düşük kar/DD oranına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca piyasa, büyüklük ve DD/PD oranlarının getirilerde olduğu gibi kazanç şoklarını da etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmadaki bir diğer husus ise farklı büyüklük ve DD/PD oranı kombinasyonları performansının iş koşulları ile alakasını göstermek için karlılığın kronolojik olarak incelenmesidir. Bu konuda düşük DD/PD oranının yüksek karlılık ile ilişkili olduğu ve küçük hisse senetlerinin büyüklere göre daha az karlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın diğer bir bölümünde ise hisse senedi getirilerinde olduğu gibi kazanç şoklarında da piyasa, büyüklük ve DD/PD faktörünün bulunduğu tespit edilmiştir. Bunun için önce üç faktörlü model kullanılmış ve SMB ve HML faktörlerinin piyasa getirisinin açıklayamadığı kısmı açıklayabildiği sonucuna ulaşmışlardır. Daha sonra bazı temel değişkenler ile piyasa, SMB ve HML faktörlerinin ilişkisini regresyon yoluyla incelemişlerdir. Temel değişkenler olarak özkaynak geliri/özkaynak oranı ve özkaynak geliri ile faiz gideri ve temettülerin toplanması ile elde edilen değişken kullanılmıştır. Sonuç olarak büyüklük ve DD/PD oranı karlılık ile ilişkili bulunmuştur. Yüksek DD/PD oranlı firmalar düşük karlılık sağlamışlar, düşük DD/PD oranlı firmalar ise yüksek karlılık sağlamışlardır. DD/PD grupları içinde küçük hisse senetleri büyük hisse senetlerine göre daha az karlı olma eğilimi göstermiştir. Kazançlardaki piyasa ve büyüklük faktörlerinin getirilerdeki piyasa ve büyüklük faktörlerini açıklamaya yardımcı olduğu bulunmuş, fakat DD/PD faktörü konusunda bir delil bulunamamıştır.

Fama ve French (1996) ortalama getirilerdeki düzenlere, SVFM tarafından açıklanamadıkları için anomali dendiğini belirtmiş ve üç faktörlü modelin ortalama getiri anomalilerini yakalayabildiğini iddia etmiştir. Yani ortalama hisse senedi getirilerindeki SVFM tarafından açıklanamayan düzenlerin üç faktörlü model tarafından açıklanabildiğini ileri sürmüşlerdir. Kısa vadeli getirilerin devamı haricinde anomalilerin üç faktörlü modelde büyük oranda yok olduğunu tespit etmişlerdir.

Fama ve French (1993) tarafından ortaya atılan ve Fama ve French (1996) tarafından geliştirilen modele göre, bir portföyün risksiz faiz oranı üzerindeki getirisi şu üç faktöre bağlıdır:

i. Pazar porföyünün risksiz faiz oranı üzerindeki getirisi ($RM_t - RF_t$)
ii. Piyasa değeri küçük olan hisse senetlerinden oluşan portföyün getirisi ile piyasa değeri büyük olan hisse senetlerinden oluşan portföyün getirisi arasındaki fark (SMB)
iii. DD/PD oranı yüksek olan hisse senetlerinden oluşan portföyün getirisi ile DD/PD oranı düşük olan hisse senetlerinden oluşan portföyün getirisi arasındaki fark (HML)

Sonuç olarak Fama-French üç faktörlü varlık fiyatlandırma modeli aşağıdaki şekildedir.

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_i SMB_t + h_i HML_t + e_{it} \qquad (1.10)$$

Finansal varlıkların fiyatlaması konusundaki literatür incelendiğinde görülmektedir ki; SVFM finans literatüründe yapılan araştırmalarda çok geniş bir yer tutsa da SVFM'nin getirileri açıklamada yetersiz bulunması nedeniyle alternatif model arayışları sürmüştür. Nasıl ki Fama ve French (1993), SVFM'ye faktör ekleyerek SVFM'ye alternatif olarak sundukları üç faktörlü modeli oluşturduysa, bazı araştırmacılar da söz konusu üç faktörlü modele farklı faktörler ekleyerek yeni modeller oluşturmuşlardır. Bu modellerden birisi Carhart (1997) tarafından oluşturulan dört faktörlü modeldir.

Carhart (1997) çalışmasında, Fama ve French (1993) tarafından oluşturulan 3 faktörlü modele Jagadeesh ve Titman'ın (1993) bir yıllık momentum anomalisini ifade eden faktörü de ekleyerek 4 faktörlü bir model oluşturmuştur. Ocak 1962-Aralık 1993 yılları arası ABD'de yatırım fonları üzerinde yapılan çalışmada, geçmiş yılın en yüksek getiri sağlayan %10'luk dilimde yer alan yatırım fonlarının alınması, en düşük %10'luk dilimde yer alan yatırım fonlarının ise satılması durumunda yıllık %8 oranında kazanç sağlanabileceği belirtilmiştir. Söz konusu çalışma sonucunda fon yatırımcıları için üç önemli kural ortaya çıkmıştır: (i) Israrla düşük performans gösteren fonlardan kaçınılması gerekmektedir. (ii) Geçen yıl yüksek getiri sağlayan fonlar, sonraki sene beklenen ortalama getiriden yüksek getiri elde ederler, ama daha sonraki yıllarda bunu elde edemezler. (iii) Yatırım maliyetleri fonların performansına doğrudan ve negatif etki etmektedir.

Fama-French üç faktörlü modelin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda öne çıkan yöntemlerden birisi de modele likidite faktörünün eklenmesidir. Likiditenin varlık fiyatlamadaki rolünü inceleme konusunda öncülerden olan Amihud ve Mendelson (1986) finansal varlık getirisi ile hisse senetlerinin alış-satış fiyat farkı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Fiyat farkı ne kadar düşükse likidite o kadar yüksektir. Denge durumunda beklenen getiriler fiyat farkının artan bir fonksiyonudur. Yani getiriler fiyat farkı ile birlikte artmaktadır. Yüksek fiyat farkına sahip hisse senetleri yatırımcılar tarafından daha uzun süre elde tutulmaktadır. Yüksek fiyat farkına sahip hisseler fiyat farkına karşı daha az hassastırlar. Böylelikle likidite ile getiri arasında ters yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Brennan ve Subrahmanyam (1996) likit olmama ölçüsü olarak kullandıkları işlem maliyetlerinin sabit ve değişken maliyetlerden oluştuğunu belirtmiştir. Likidite değişkeni eklenmiş Fama-French üç faktörlü model çerçevesinde yapılan varlık fiyatlama testleri sonucunda işlem maliyetlerinin hem sabit hem değişken kısmının getiri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Yani likit olmama ve getiri arasında pozitif bir ilişki tespit etmiştir. Bu durumdan da likidite ile getiri arasında ters yönlü bir ilişki bulunduğu sonucuna ulaşılabilmektedir.

Pastor ve Stambaugh (2003) dört faktörlü modele likidite faktörünü ekleyerek yaptıkları ve NYSE ve AMEX hisselerini kullandıkları analiz sonucunda likiditenin hisse senedi fiyatlamasında önemli bir değişken olduğunu ifade etmişlerdir.

Chan ve Faff (2005) likiditenin varlık fiyatlamadaki rolünü Fama-French üç faktörlü modelinin zaman serisi versiyonu çerçevesinde incelemiştir. Likidite ölçütü olarak hisse devir oranının kullanıldığı çalışmada Avustralya için 1990-1998 dönemi aylık verileri kullanılmıştır. Analiz çalışmasında, hisse devir oranını içeren dört faktörlü modele yönelik güçlü kanıtlar ortaya çıkmıştır. Ayrıca, piyasa, büyüklük, DD/PD oranı ve devir hızı primlerinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte devir hızının likidite etkisini temsil etmede etkin olduğu ve fiyatlamada önemli bir role sahip olduğu hususu desteklenmiştir.

Rahim ve Nor (2006) oluşturdukları likidite bazlı modellerin Fama-French modelini geliştirdiği yönündeki hipotezlerini, modelleri ile Fama-French modelini tahmin doğruluğu yönünden karşılaştırarak test etmişlerdir. Sonuç olarak varlık fiyatlama modellerinde likiditenin rolünü destekleyen bulgulara ulaşmışlardır.

Ammann ve Steiner (2008) finansal piyasa araştırmalarında yaygın olarak kullanılan piyasa, büyüklük, değer ve momentum etkilerini içeren dört risk faktörünün ülkeye özel olduğunu belirttikleri çalışmalarında 1990-2005 dönemi için İsviçre borsasını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda büyüklük primi yıllık -%0,67, değer primi yıllık %2,35, momentum primi ise %10,33 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan faktörlerin açıklayıcı gücü yüksek olarak tespit edilmiştir. Böylece modelin İsviçre borsası için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Nguyen ve Tribhuvan (2009) Fama-French üç faktörlü modele Pastor-Stambaugh piyasa likidite faktörünü ekleyerek yaptıkları çalışmada piyasa likiditesinin likidite primini açıklayıp açıklayamadığını incelemişlerdir. Çalışmanın zaman serisi analizi kısmında, Fama-French üç faktörlü model ve oluşturdukları dört faktörlü modelin kesişim katsayılarının düşük likiditeli portföylerden yüksek likiditeli portföylere doğru gidildiğinde azaldığı ortaya çıkmıştır. Bu durum, piyasa genelindeki likidite faktörü ile açıklanamayan karakteristik likidite primine işaret etmektedir. Ayrıca, GRS istatistiğinin tüm kesişim katsayılarının sıfıra eşit olduğunu ifade eden sıfır

hipotezini reddettiğini ve bu yüzden ne Fama-French üç faktörlü modelin ne de dört faktörlü modelin likidite tercihini ifade edemediğini belirtmişlerdir. Yani piyasa likidite faktörünün hisse özelinde likidite seviyesini yansıtmamaktadır. Çalışmanın sonucunda likidite seviyesinin varlık fiyatlamada önemli bir değişken olduğu, Pastor-Stambaugh piyasa likiditesi ve Fama-French faktörleri ve hisse senedi karakteristiği likidite düzeyi etkisini açıklayamamaktadır. Bu nedenle çalışmaya göre yatırımcılar, likidite tercihlerini herhangi bir varlık fiyatlama modeli belirlemeden kararlarına dahil etmelidirler.

Ünlü (2013) İMKB için alternatif varlık fiyatlama modellerini test ettiği çalışmasında SVFM, Fama-French üç faktörlü model, Carhart (1997) tarafından geliştirilen dört faktörlü model ve dört faktör modeline likidite faktörünün eklenmesi ile elde edilen beş faktör modellerinin hisse senedi getirilerini açıklama gücünü incelemiştir. Çalışmada tüm modellerin İMKB için uygulanabilir olduğu, piyasa riski, firma büyüklüğü, DD/PD oranı, momentum ve likidite faktörlerinin beklenen hisse senedi getirilerini etkileyen anlamlı risk faktörleri olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Fama ve French (2015) ise Fama-French üç faktörlü modele karlılık ve yatırım faktörlerini ekleyerek elde ettikleri beş faktörlü modeli kullanarak yaptıkları analizde, ortalama getirilerde büyüklük, DD/PD oranı, karlılık ve yatırım ile ilişkili bir düzende hareket ettiği bulgusuna ulaşmışlar fakat GRS testinin beş faktörlü modeli reddettiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada ise yatırımcıların yatırım aşamasında firmaların etkinliğini, başka bir deyişle firmaların performansını da değerlendirdikleri varsayılmış ve bu varsayımdan hareketle etkinlik, bir faktör olarak incelemeye alınmıştır. Bu bağlamda, firma etkinlik düzeyini temsil eden etkinlik skorlarının varlık fiyatlamadaki rolünü incelemek amacıyla Fama French Üç Faktörlü Model'e etkinlik faktörü eklenerek yeni bir model elde edilmiştir. Bu kapsamda etkinlik kavramı ve ölçüm yöntemleri gelecek bölümde anlatılmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK KAVRAMI VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Üretim birimlerinin performansları, verimlilikleri veya etkinlikleri üzerinden değerlendirilebilir. Verimlilik ve etkinlik benzer kavramlar olmalarına rağmen karıştırılmamaları gerekmektedir.

2.1. Etkinlik Kavramı

Etkinlik, girdi ve çıktı miktarları ile herhangi bir sektördeki bir firmanın ulaşabileceği en iyi girdi-çıktı sınırı arasındaki mesafe olarak tanımlanabilir (Daraio ve Simar, 2007: 14). Etkinlik hakkındaki literatür incelendiğinde birden çok girdinin bulunduğu üretimdeki etkinlik kavramının, Koopmans (1951) ve Debreu'nun (1951) çalışmalarından sonra Farrel (1957) ile şekillendiği söylenebilir. Koopmans (1951) teknik etkinlik kavramını tanımlamış, Debreu (1951) ve Farrel (1957) ise çok girdili firmalarda etkinlik ölçümü üzerinde durmuştur.

Koopmans'a (1951) göre üretim düzeyini sabit tutmak isteyen bir üreticinin bir çıktısındaki artış, başka bir çıktısında azalışa ya da bir veya daha fazla girdisinde artışa neden oluyorsa ya da benzer şekilde bir girdideki azalış çıktıda azalışa veya başka bir girdide artışa neden oluyorsa üretici teknik olarak etkindir.

Debreu (1951) çalışmasında mevcut kaynakların bileşimi ile optimum bileşim kümesi arasındaki mesafeyi ölçmek amacıyla her emtia için mevcut miktar ile optimum miktar arasındaki farkı fiyatla çarptıktan sonra, her emtia için bu tutarı toplayıp fiyat endeksine bölerek elde ettiği sayının, bire eşit olduğunda optimum durumu gösteren bir etkinlik ölçümü olduğunu belirtmiştir.

Debreu (1951) teknik etkinlikte radyal ölçüm yapmıştır. Radyal ölçümler, tüm değişken girdilerde mümkün olan maksimum eşit oranlı azalma ya da tüm çıktılarda maksimum eşit oranlı artış üzerine yoğunlaşır. Radyal ölçümler kullanıldığında maksimum girdi daralmasına ya da maksimum çıktı genişlemesine ulaşmak teknik etkinlik anlamına gelmektedir (Daraio ve Simar, 2007: 14).

Farrel'e (1957) göre üretim etkinliği fiyat etkinliği ve teknik etkinlik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiyat etkinliği firmanın optimum girdi kümesini seçme başarısını ölçmekte iken, teknik etkinlik firmanın verilen girdilerle maksimum çıktı üretme kabiliyeti olarak ifade edilmektedir. Bir firmanın teknik etkinliği üretim fonksiyonunun hesaplandığı firma kümesine bağlıdır ve analize yeni firmalar dahil edildiğinde bu durum mevcut firmanın teknik etkinliğini azaltabilir ama artıramaz.

Sonuç olarak etkinliğin iki bileşeninin bulunduğu söylenebilir. Bunlar; girdi kullanımının izin verdiği ölçüde en fazla çıktıyı artık bırakmadan üretme kabiliyetini ifade eden teknik etkinlik ve geçerli fiyatlar sınırında girdi ve çıktıları optimum oranlarda birleştirme kabiliyetini ifade eden tahsis (fiyat) etkinliğidir (Fried vd., 1993: 9-10).

2.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Etkinlik, üretim birimlerine ait üretim sisteminin mevcut imkanlarla ulaşılabilecek en iyi noktaya ne kadar yakın olduklarını ifade eden bir kavramdır. Dolayısıyla etkinlik üretim biriminin yönetiminde alınacak kararlarda dikkate alınabilecek ve yön gösterebilecek önemli bir unsurdur. Bu sebeple etkinliğin ölçülebilir hale getirilmesi için yöntemler belirlenmesi yüksek önem arz etmektedir.

Etkinlik ölçme yöntemleri, rasyo (oran) analizi, parametrik olmayan yöntemler ve parametrik yöntemler olmak üzere üç başlık altında toplanabilir (İnan, 2000: 83).

2.2.1. Oran Analizi

Oran analizi tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple her bir oran performansın sadece bir yönünü değerlendirmekte, diğer yönlerini göz ardı etmektedir. Ayrıca oran analizinde elde edilen oranlar kendi başlarına değerlendirilememekte mutlaka bir karşılaştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Oran analizi, sayılan zayıf yönlerine rağmen tek girdi ve tek çıktının bulunduğu durumlarda basit ve sade olması nedeniyle uygun bulunabilmektedir (Yeşilyurt ve Alan, 2003: 92).

Oran analizi yaklaşımında her oran, performansı sadece bir yönden değerlendirirken diğer yönlerini göz ardı etmektedir. Oran analizi tek girdi ve tek çıktının bulunduğu durumlar için kolay uygulanabilir olması nedeniyle uygun

görünmesine rağmen etkinliği en iyi duruma göre değil, var olan değerlerin birbiri ile ilişkisine göre değerlendirir. Yani muhakkak bir karşılaştırma yapılması durumu söz konusudur. Bu sebeple performans iyileştirmesi değil durum tespiti yapılmış olur (Gülcü, vd., 2004: 92-93).

Uygulama ve yorumlamada sağladığı kolaylık nedeni ile yaygın şekilde kullanılan bu yöntem ile birçok girdi ve çıktıya sahip karar verme birimlerinde tek bir oran üzerinden etkinliğin ölçülmesi mümkün değildir. Bu soruna çözüm olması için birden fazla oran aynı anda incelenmektedir. Fakat bu durumda farklı oranların bir arada yorumlanamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (İnan, 2000: 83).

2.2.2. Parametrik Olmayan Yöntemler

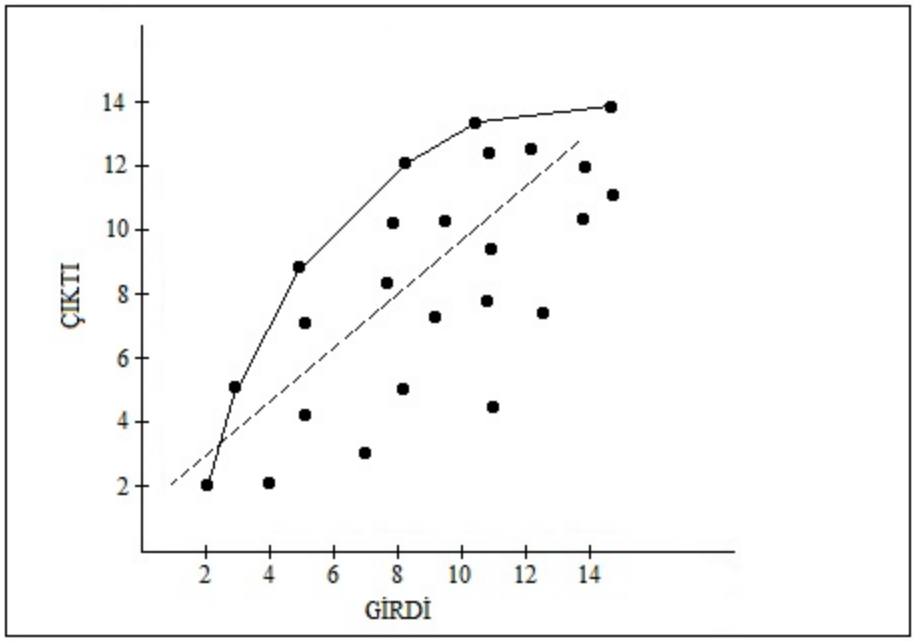
Parametrik olmayan yöntemler, sınır gözlemlerinin veri girdilerle ulaşılabilecek en yüksek çıktılar olduğu ya da çıktıların daha az girdiyle elde edilemeyeceği doğrusal programlama teknikleridir. Söz konusu yöntemler etkinliğin zamanla değişmesine izin veren bir yapıda olup, gözlemlerdeki etkinsizliğin dağılım şekli hakkında bir varsayımda bulunmazlar. Bununla birlikte parametrik olmayan yöntemlerin sakıncalarından birisi rastgele hataya yer vermemesidir. Böylece, sınır oluşturulurken hiçbir ölçüm hatası bulunmadığı, bir karar verme biriminin şans eseri olarak bir yıl içinde gelecek yıldan daha iyi performans göstermesinin mümkün olmadığı ve ölçülen girdi ve çıktıların sapmasını sağlayan muhasebe kuralı hatalarının bulunmayacağı varsayılmaktadır. Fakat bu hataların gerçekleşmesi etkinlik sınırının yanlış tespit edilmesine neden olabilmektedir (Berger ve Humphrey, 1997: 177-178). Parametrik olmayan yöntemlerin en yaygın olarak kullanılanı DEA (Data Envelopment Analysis) olarak bilinen VZA (Veri Zarflama Analizi) yöntemidir.

2.2.2.1. Veri Zarflama Analizi

Parametrik olmayan bir etkinlik ölçme yöntemi olan veri zarflama analizi (VZA) Charnes, Coopers ve Rhodes (1978) tarafından “Measuring the Efficiency of Decision Making Units” isimli çalışma ile oluşturulmuştur. Kar amacı gütmeyen kurumların etkinliklerinin hesaplandığı çalışmada, kamu programlarının planlamasını ve kontrolünü geliştirmek amacıyla kamu programlarındaki karar verme birimlerinin etkinliklerini değerlendirmeye yarayan farklı yöntemler oluşturmuştur.

VZA yöntemi, herhangi bir karar verme biriminin etkinliğinin etkinlik sınırında ya da altında bulunan diğer karar verme birimlerinin etkinliğine kıyaslanarak hesaplanmasını temel almaktadır. Girdi ve çıktılarını değiştirerek girdi ve çıktı düzeylerini iyileştirilmesi mümkün olmayan karar verme birimleri VZA yönteminde etkin kabul edilirler (Bağdadıoğlu, 2009: 31).

Parametrik yaklaşımlarda veri üzerinde basit regresyon düzleminin optimize edilmesi amaçlanmakta iken parametrik yaklaşımların tersine VZA'da Pareto-etkin karar verme birimleri kümesi tarafından belirlenen kesin bir sınırı hesaplama amacıyla her bireysel gözlem optimize edilir. Parametrik analizde optimize edilmiş regresyonun her karar verme birimine uygulandığı varsayılır. VZA ise her KVB'nin performansını optimize eder. Yani VZA bireysel gözlem üzerine yoğunlaşmaktadır. VZA'da fonksiyon oluşturmaya ihtiyaç bulunmamakta, her KVB'nin gözlenen popülasyondaki diğer KVB'lere göre en yüksek performans ölçümünün hesaplaması yapılmaktadır. Bu durumda her KVB sınırın altında ya da sınırda olmak zorundadır. Sınırda olmayan her KVB sınır çizgisi üzerindeki kendisine en yakın KVB'lere göre ölçeklendirilir. Şekil 2.1'de kesikli çizgi regresyon doğrusunu kesikli olmayan çizgi ise VZA ile elde edilen sınırı göstermektedir. VZA hesaplamaları, gözlenen veri üzerinden hesaplandıkları için sadece göreli etkinlik ölçümleri üretirler. Her KVB'nin göreli etkinliği diğer tüm KVB'lere göre hesaplanır. VZA hesaplamaları her KVB'nin göreli etkinlik skorunu maksimize etmek için tasarlanmıştır. Bu durum her KVB için elde edilen ağırlık kümesinin diğer tüm KVB'ler için de uygulanabilir olmasına bağlıdır. VZA en iyi üretim sınırını yani veri girdi düzeyi ile gözlemdeki herhangi bir KVB'den deneysel olarak elde edilebilir olan en yüksek çıktıyı ifade eden sınırı üretir. Etkin olmadıkları için sınırın altında bulunan her KVB için, VZA etkinsizliğin seviyesini ve kaynaklarını her girdi ve çıktı için tanımlar. Etkinsizliğin seviyesi aynı girdi seviyesinde aynı veya daha yüksek çıktı üreten, etkin sınır üzerindeki KVB'ler ile karşılaştırılarak yapılır (Charnes, vd., 1994: 4-6).



Şekil 2.1. VZA ve regresyon karşılaştırması (Charnes vd., 1994: 5)

Veri Zarflama Analizinde etkinlik, çıktıların ağırlıklı toplamlarının girdilerin ağırlıklı toplamlarına bölümü temel alınarak ölçülür. Ağırlıklar herhangi bir gözleme dayanmayan, öngörülmüş oranlardır. Böylece herhangi bir karar noktasının, etkinlik ölçütü, aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Göktolga ve Artut, 2014: 57).

$$Etkinlik = \frac{Ağırlıklandırılmış\ çıktı\ toplamı}{Ağırlıklandırılmış\ girdi\ toplamı} = > \frac{u_1y_1 + u_2y_2 + \ldots + u_ny_n}{v_1x_1 + v_2x_2 + \ldots + v_mx_m} \qquad (2.1)$$

Formülde herhangi bir karar noktası için;

n: çıktı adedini,

m: girdi adedini,

u_n: n. çıktının ağırlığını,

y_n: n. çıktının miktarını,

v_m: m. girdinin ağırlığını,

x_m: m. girdinin miktarını,

göstermektedir.

VZA ile birden çok girdi ve çıktısı olan karar verme birimlerinin etkinlikleri fomülden de görüldüğü üzere, tek bir girdi ve çıktı değerine indirgenerek ölçülebilmektedir. Ayrıca, VZA analitik yapıya sahip bir üretim fonksiyonu olmadan da etkinlik ölçümü yapılmasına olanak sağlamaktadır (Göktolga ve Artut, 2014: 57-58).

Yani, VZA yöntemi hesaplama açısından basit olup, girdi ve çıktılar arasındaki cebirsel ilişkiyi bilmeden uygulanabilirdir (Coelli vd., 2005: 209).

Parametrik olmayan yöntemler içinde en sık kullanılan olan VZA, homojen oldukları varsayılan üretim birimlerinin kıyaslamasını kendi aralarında gerçekleştirir. Bu yöntemde en iyi gözlem etkinlik sınırı olarak kabul edilip, diğer gözlemler bu en etkin gözleme göre değerlendirilir. Böylece, etkinlik sınırı varsayılan bir durum değil de gerçekleşen bir gözlem olarak tespit edildiği için VZA yönteminde rassal hata kullanılmaz. Ayrıca, VZA yöntemiyle yapılan araştırmalarda elde edilen verimlilik rakamları mutlak olmayıp görelidir. Bununla birlikte parametrik olmayan bir yöntem olması nedeniyle, istatistiki hipotez testleri için çok uygun değildir (İnan, 2000: 85-86). VZA hastaneler, bankalar, mahkemeler, okullar gibi aynı hedeflere sahip kurumların etkinliğini ölçmek için kullan bir yöntemdir (Tetik, 2003: 222).

Veri zarflama analizinde kullanılan bazı yöntemler şunlardır (Charnes, vd., 1994: 23-24)[1]:

- CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) oranı modeli: Genel verimliliğin objektif bir değerlendirmesini verir. Kaynakları belirler ve tanımlanan etkinsizliklerin miktarını hesaplar.
- BCC (Banker-Charnes-Cooper) modeli: Verilen operasyon ölçeğinde teknik etkinliği hesaplayarak ve ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getiri olma olasılıklarını tanımlayarak teknik ve ölçek etkinsizliği birbirinden ayırır.
- Çarpımsal modeller: Log-lineer zarflama veya üretim sürecinin parçalı Cobb-Douglas yorumunu sağlar.
- Toplamsal model: Etkinlik sonuçlarını ekonomik bir kavram olan Pareto-en uygunluk kavramı ile ilişkilendirir.

2.2.3. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler gözlem kümesi içinde bulunan gözlemlerin en iyi performansa sahip olanının etkinlik sınırı üzerinde olduğu varsayımından hareketle, sınırdan sapma göstermeyen gözlemleri etkin, söz konusu en iyi performansa göre başarısız gözlemleri de etkinsiz olarak tanımlar. Ayrıca bu yöntemlerde rassal hata

[1] Yöntemlerin detayları için bkz. Charnes, vd. (1994).

varsayımı bulunmaktadır (İnan, 2000: 83). Berger ve Humphrey'e (1997) göre stokastik sınır yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımı olmak üzere üç temel parametrik yöntem bulunmaktadır.

Ekonometrik sınır yaklaşımı olarak da bilinen stokastik sınır yaklaşımı, maliyet, kar veya girdi, çıktı ve çevresel faktörler arasındaki üretim ilişkileri için rastgele hataya yer veren fonksiyonel bir yapı oluşturur. Bu yaklaşımda etkinsizlik ve rastgele hata birleşiminden oluşan birleşik bir hata terimi bulunduğu ve etkinsizliklerin asimetrik, rastgele hataların simetrik dağılıma sahip oldukları varsayılmaktadır. Serbest dağılım yaklaşımı da stokastik sınır yaklaşımı gibi sınır için bir fonksiyon tanımlarken, etkinsizlikleri rastgele değişkenden ayırma yöntemi ile stokastik sınır yaklaşımından ayrılır. Serbest dağılım yaklaşımı stokastik sınır yaklaşımının tersine etkinsizlik veya rastgele hataların spesifik dağılımları hakkında sert varsayımlarda bulunmayıp, bunun yerine her firmanın etkinliğinin zaman içinde stabil olduğunu, ve rastgele hatanın zamanla sıfıra yakınsadığını varsayar. Bu yaklaşımda etkinsizliklerin negatif olmadığı sürece herhangi bir dağılıma sahip olabileceği ileri sürülmektedir. Bununla birlikte eğer etkinliğin durumu teknolojik değişim gibi dış etkenler nedeniyle zamanla değişiyorsa bu yöntem her firmanın herhangi bir zamandaki etkinlik yerine en iyi durumdan ortalama sapmasını tanımlar. Kalın sınır yaklaşımı ise fonksiyonel bir yapı tanımlar ve gözlemlerin en yüksek ve en düşük performans çeyreklik dilimler içindeki tahmin edilen performans değerlerinden sapmalarının rastgele hatayı temsil ettiğini varsaymaktadır. Burada en yüksek ve en düşük çeyreklik dilimler arasındaki tahmin edilen performans etkinsizliği temsil etmektedir. Bu yöntem etkinsizlik veya rastgele hatanın dağılımları hakkında bir varsayımda bulunmazken, etkinsizliklerin en yüksek ve en düşük çeyreklik dilimler arasında değiştiğini ve rastgele hatanın bu dilimler içinde bulunduğunu varsayar. Sonuç olarak yöntem firmaların bireysel etkinliğini değil etkinliğin genel düzeyini hesaplamaya yaramaktadır (Berger ve Humphrey, 1997: 178-179).

Kalın sınır yaklaşımında firma özelinde etkinlik değerinin elde edilememesi ve serbest dağılım yaklaşımında her firmanın uzun vadede etkinliğinin sabit olması varsayımı nedeniyle bu çalışmada stokastik sınır analizi kullanılmış ve sonraki bölümde bu yöntem üzerinde durulmuştur.

2.2.3.1. Stokastik Sınır Analizi

Bir üretim birimi için etkinsizlik, üretim sınırından sapma olarak ifade edilebilir. Stokastik sınır analizinin ortaya çıkmasına katkı sağlayan Aigner ve Chu (1968), Afriat (1972) ve Richmond (1974) çalışmalarında farklı teknikler kullansalar da hepsi deterministik üretim sınırı fonksiyonu üzerinde durmuş ve girdilerin bir fonksiyonu olarak olabilecek en yüksek çıktıyı veren bir fonksiyon oluşturmuşlardır.

Aigner ve Chu (1968) üretim sürecinin deterministik olduğu varsayılan bir üretim fonksiyonunun yorumlamasını yapmak için bir hesaplama tekniği oluşturmayı amaçlamıştır. Buna yönelik olarak ise Cobb-Douglas üretim sınırının aşağıdaki formunu kullanılmıştır.

$$ln\ q_i = x_i'\beta - u_i \qquad i = 1,2, \ldots, I, \tag{2.2}$$

Burada q_i i. firmanın çıktısı iken, x_i girdilerin logaritmalarını içeren Kx1 boyutlu bir vektördür. β bilinmeyen parametrelerin vektörü olup, u_i teknik etkinsizlik ile ilişkili negatif olmayan rastgele değişkendir. Bu modelde bilinmeyen parametreleri bulmak için farklı yöntemler uygulanmıştır: Aigner ve Chu (1968), üretim sınırı fonksiyonundaki bilinmeyen parametreleri bulmak için lineer programlama kullanmış; Afriat (1972) ise u_i'lerin gama dağılımına sahip rastgele değişkenler olduğunu varsaymış ve maksimum olabilirlik yöntemini kullanmıştır; Richmond (1974) ise değiştirilmiş en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Yukarıdaki model ile belirtilen üretim sınırı, üretim miktarı stokastik olmayan $\exp(x_i'\beta)$ ile yukarıdan sınırlandırıldığı sürece deterministiktir. Bu üretim sınırında hesaplama hatalarına ve istatistiksel gürültüye yer verilmeden sınırdan tüm sapmaların teknik etkinsizlikten kaynaklandığı varsayılmaktadır. Bu sorunu çözmek için istatistiksel gürültüyü temsil eden başka bir rastgele değişkenin tanımlanması gerekmektedir (Coelli vd., 2005: 241-242). Görüldüğü üzere, bu çalışmalarda uygulanan yaklaşımlardaki temel sorun, sınırdan sapmaların rastlantısal unsurlardan etkilenmediği ve böylece tüm sapmaların teknik etkinsizlikten kaynaklandığı varsayımıdır. Bu sorun Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) ve Meeusen ve van den Broeck (1977) ve tarafından ve birbirlerinden bağımsız olarak önerilen stokastik sınır üretim fonksiyon modelinin aşağıdaki formu ile çözülmüştür.

$$ln\ q_i = x_i'\beta + v_i - u_i \tag{2.3}$$

Eşitlik 2.2'ye istatistiksel gürültüyü ifade eden v_i'nin eklenmesiyle elde edilen eşitlik 2.3 çıktı değerleri stokastik değişken olan exp(xi'β + vi) tarafından üstten sınırlandırıldığı için stokastik sınır üretim fonksiyonu olarak adlandırılmaktadır. Burada istatistiksel gürültü, bazı alakalı değişkenlerin x_i vektörünün dışında bırakılması, hesaplama hataları ve model seçiminden kaynaklanan tahmin hatalarından doğmaktadır. Rassal hata terimi v_i pozitif ya da negatif olabilmesi stokastik sınır çıktılarının modelin deterministik kısmı olan exp(x_i'β) çevresinde değişiklik göstermesine neden olmaktadır. Stokastik sınır modelinin bu özelliklerini göstermek amacıyla çıktıyı üretmek için tek bir girdinin kullanıldığı firmalar özelinde oluşturulan Cobb-Douglas stokastik modeli aşağıdaki şekli almaktadır.

$$ln\ q_i = \beta_0 + \beta_1\ lnx_i + v_i - u_i \tag{2.4}$$

Bu durumda söz konusu modelde çıktıyı ifade eden açıklanan değişken q_i denklemin tek tarafında yalnız bırakıldığında model aşağıdaki şekle bürünür.

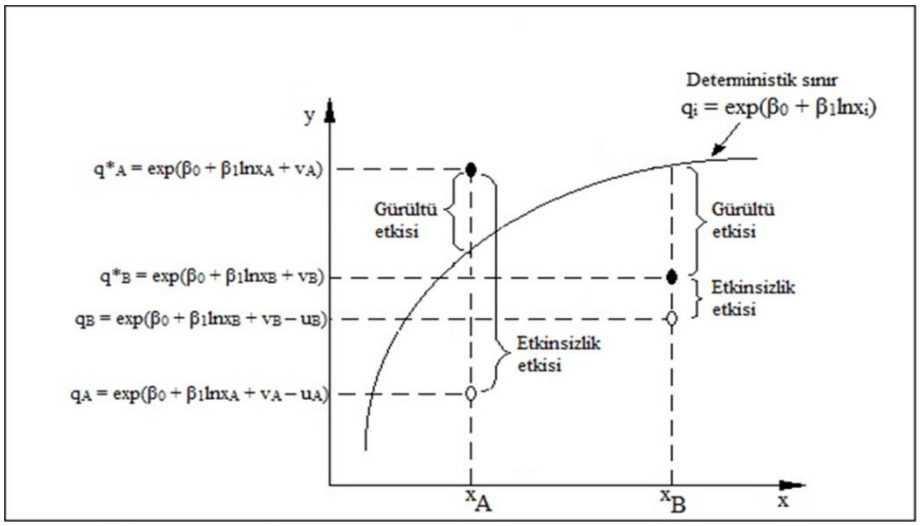
$$q_i = exp(\beta_0 + \beta_1\ lnx_i + v_i - u_i) \tag{2.5}$$

Son olarak modelde deterministik bileşen, istatistiksel gürültü ve etkinsizliği ifade eden kısmı birbirinden ayırmak için model aşağıdaki şekilde düzenlenebilir.

$$q_i = \underbrace{exp(\beta_0 + \beta_1\ lnx_i)}\ x\ \underbrace{exp(v_i)}\ x\ \underbrace{exp(-u_i)} \tag{2.6}$$

Deterministik bileşen İstatistiksel gürültü Etkinsizlik

Modelin son halinde exp($\beta_0 + \beta_1\ lnx_i$) deterministik kısmı, exp(v_i) istatistiksel gürültüyü ve exp($-u_i$) etkinsizliği ifade etmektedir (Coelli vd., 2005: 242-243).



Şekil 2.2. Stokastik üretim sınırı (Coelli vd., 2005: 244)

Ölçeğe göre azalan getiri durumunda A ve B şeklinde iki firmanın üretim fonksiyonuna ait deterministik bileşeni şekil 2.2'de gösterilmiştir. Girdi miktarının yatay, çıktı miktarının dikey eksende gösterildiği grafikte A firması x_A girdi düzeyinde q_A kadar üretim yaparken B firması x_B kadar girdi kullanarak q_B seviyesinde üretim yapmaktadır. Etkinsizlik etkisinin bulunmadığı durumda A ve B firmaları için sınır çıktıları aşağıdaki gibidir.

$$q^*_A = exp(\beta_0 + \beta_1 lnx_A + v_A) \tag{2.7}$$

$$q^*_B = exp(\beta_0 + \beta_1 lnx_B + v_B) \tag{2.8}$$

Şekil 2.2'de sınır çıktısının deterministik sınırdan sapması gürültü etkisini vermekte, gözlenen çıktının sınır çıktısından sapması ise etkinsizlik etkisini ifade etmektedir. A firmasının sınır çıktısı deterministik sınırın üzerinde yer almasının sebebi gürültü etkisinin pozitif olması ($v_A > 0$), B firmasının sınır çıktısının deterministik sınırın altında yer almasının nedeni ise gürültü etkisinin negatif olmasıdır ($v_B < 0$). Gürültü ve etkinsizlik etkilerinin toplamının negatif olması nedeniyle ($v_A - u_A < 0$), A firmasının gözlenen çıktısı deterministik sınırın altında kalmaktadır. Modelin bu özellikleri çok girdili firmalar için de geçerlidir. Sınır çıktıları deterministik sınırın üstünde veya altında olabilir. Fakat gözlenen çıktılar genellikle deterministik sınırın altında yer almakta, ancak gürültü etkisinin pozitif ve etkinsizlik etkisinden büyük olması durumunda deterministik sınırın üzerinde yer alabilmektedir. (Coelli vd., 2005: 243-244).

Görüldüğü üzere stokastik sınır analizinde üretim birimlerinin etkinsizlikleri konusunda kontrol dışındaki faktörler de düşünülmektedir. Yani üretim sınırından sapmaların tamamen üretim biriminden kaynaklanmadığı düşüncesinden hareket edilmiştir. Ayrıca SSA, hiçbir üretim biriminin en uygun sınırı geçemeyeceği ve bir üretim biriminin bu sınırdan uzaklığının söz konusu üretim biriminin etkinsizliğini ifade ettiği düşüncesi üzerine inşa edilmiştir. Bu temel üzerine hazırlanan regresyon modellerinde istatistiksel gürültüyü temsil eden hata terimi ile teknik etkinsizliği temsil eden hata teriminin bileşiminden oluşan birleşik hata terimi bulunmaktadır. Teorik olarak istatistiksel gürültü üretim biriminin kontrolü dışında olan faktörler veya modelin yanlış tanımlanması gibi faktörleri içerirken, etkinsizlikten kaynaklanan sapma üretim biriminin yönetimsel eksikliğini ifade etmektedir.

Stokastik sınır analizinde daha çok etkinsizlik etkilerinin tahmini üzerinde durulmaktadır. En yaygın kullanılan ve çıktıya yönelik teknik etkinlik ölçümü gözlenen çıktının stokastik sınır çıktısına oranı şeklinde olup, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$TE_i = \frac{q_i}{exp(x_i^{'}\beta + v_i)} = \frac{exp(x_i^{'}\beta + v_i - u_i)}{exp(x_i^{'}\beta + v_i)} = exp(-u_i) \qquad (2.9)$$

Teknik etkinlik değeri 1 ile 0 arasında bir değer almakta olup, i. firmanın çıktısının aynı girdileri kullanarak tam etkin bir firma tarafından üretilecek üretim miktarına oranlanması ile hesaplanır (Coelli vd., 2005: 244).

Teknik etkinliği hesaplamak için önce eşitlik 2.3'te gösterilen stokastik üretim sınır modelinin parametrelerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bunun için yapılan hesaplama yöntemlerinde istatistiksel gürültüyü temsil eden v_i ve teknik etkinsizliği temsil eden u_i için bazı varsayımlarda bulunulması gerekmektedir. Her v_i'nin her u_i'den bağımsız dağıldığı ve iki terimin de x_i'deki açıklayıcı değişkenlerle ilişkisiz olduğu varsayımları yanında aşağıdaki varsayımlar yapılmaktadır.

$$E(v_i) = 0, \qquad (2.10)$$

$$E(v_i^2) = \sigma_v^2, \qquad (2.11)$$

$$E(v_i v_j) = 0 \text{ her } i \neq j \text{ için,} \tag{2.12}$$

$$E(u_i^2) = sabit, \tag{2.13}$$

$$E(u_i u_j) = 0 \text{ her } i \neq j \text{ için,} \tag{2.14}$$

Etkinsizlik bileşeni de benzer özelliklere sahip olmakla birlikte sıfırdan farklı bir ortalamaya sahiptir. Bu varsayımlar altında eğim katsayılarını hesaplamak için En Küçük Kareler Yöntemi (EKK) kullanıldığında kesişim katsayısı tahmini yanlı olmaktadır. Bu duruma çözüm olarak söz konusu iki hata terimi için bazı ilave varsayımlarda bulunarak maksimum olabilirlik yönteminin kullanılması gerekmektedir (Coelli vd., 2005: 245). Her üretim biriminin teknik etkinliğini hesaplamak için dağılımlar hakkında varsayımlarda bulunmak gerekmektedir (Kumbhakar ve Lovell, 2000: 74).

Kumbhakar ve Lovell (2000) ve Coelli ve diğerlerinin (2005) bildirdiğine göre teknik etkinsizliği temsil eden ui'nin dağılımının genellikle yarı normal, üstel, gamma veya kesilmiş normal olduğu varsayılır.

Aigner vd. (1977) maksimum olabilirlik hesaplamalarını aşağıdaki varsayımlar altında gerçekleştirmişlerdir.

i) $v_i \sim iidN(0,\sigma_v^2)$
ii) $u_i \sim iidN^{+}(0,\sigma_u^2)$

İlk varsayıma göre v_i terimleri olasılık dağılımları aynı ve birbirinden bağımsız olup sıfır ortalama ve σ_v^2 varyanslı normal dağılıma sahiptir. İkinci varsayım ise u_i terimlerinin olasılık dağılımları aynı ve birbirinden bağımsız olup ölçek parametresi σ_u^2 olan yarı normal dağılıma sahip olduğunu belirtmektedir (Coelli vd., 2005: 246). Aigner vd. (1977) tarafından bileşik hata terimi ε_i için elde edilen yoğunluk fonksiyonu aşağıdadır.

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma} f^*\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right)\left[1 - F^*\left(\varepsilon\lambda\sigma^{-1}\right)\right], \qquad -\infty \leq \varepsilon \leq +\infty \tag{2.15}$$

Eşitlik 2.15'te f* standart normal yoğunluk fonksiyonu ve F* standart normal dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. $\varepsilon = v + u$ olan denklemde $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ olup, $\lambda = \sigma_v / \sigma_u$ şeklindedir.

u_i için yarı normal varsayımı aşağıdaki modeller ile değiştirilebilmektedir (Coelli vd., 2005: 252).

i) $u_i \sim iidN^+(\mu,\sigma_u^2)$ Kesilmiş Normal
ii) $u_i \sim iidG(\lambda,0)$ Üstel (ortalaması λ)
iii) $u_i \sim iidG(\lambda,m)$ Gamma (ortalaması λ ve serbestlik derecesi m)

Kesilmiş normal dağılım Stevenson (1980) tarafından ortaya konmuştur. Gamma dağılımı ise Greene (1990) tarafından geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın analiz kısmında kesilmiş normal dağılım varsayılarak panel veri için zamanla değişen model yani etkinsizlik tahminlerinin zamanla değiştiği model kullanılmıştır. Bu sebeple çalışmada panel veri için zamanla değişen modelde teknik etkinliğin tahmini işlenmiştir[2].

Panel veri setleri genel olarak yatay kesit veri setlerine nazaran daha fazla veri içerdiğinden, panel veri setleriyle yapılan analizlerde bilinmeyen parametreler için daha etkin tahmin ediciler elde edilmesi ve böylece teknik etkinliğin tahmininin daha etkin olması beklenmektedir. Ayrıca panel veri, çalışmalarda etkinsizlik ve gürültüyü birbirinden ayırmak için yapılan dağılımlar hakkındaki bazı katı varsayımları yumuşatmaya olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte panel veri, teknik etkinliklerin tutarlı tahminlerinin elde edilmesine imkan vermektedir. Hassaten panel veri sayesinde teknik etkinlikte zamanla oluşan değişiklikler incelenebilmektedir. Eşitlik 2.3'te gösterilen Aigner, Lovell ve Schimdt (1977) modelinin zamanı temsil eden *t* alt iminin eklenmesiyle panel veriye uyarlanan şekli aşağıdaki gibidir (Coelli vd., 2005: 275).

$$ln\, q_{it} = x'_{it}\beta + v_{it} - u_{it} \qquad (2.16)$$

[2] Diğer durumlar için teknik etkinliğin tahmin edilmesi hususunda bkz. Kumbhakar ve Lovell (2000).

v_{it} ve u_{it} terimlerinin bağımsız dağıldığı varsayıldığında modelin parametreleri yatay kesit modellerinde kullanılan yöntemlere benzer şekilde hesaplanabilmektedir. Lakin hesaplama için elverişli olsa da u_{it} terimlerinin bağımsız dağılması varsayımı panel veri kullanımının getirdiği avantajlardan faydalanmayı olanaksız kılmaktadır. Ayrıca, birçok sektör için bağımsızlık varsayımı gerçekçi değildir. Bununla birlikte dönemden döneme firmaların makul ölçüde etkin kalması beklenir ve zamanla firmaların etkinliklerinin artması umulur. Bu sebeplerle denklemdeki etknsizlik etkisi hakkında bazı yapılar oluşturulması gerekmektedir. Bu yapılar zamanla değişen ve zamanla değişmeyen şeklinde sınıflandırılabilir (Coelli vd., 2005: 275).

Zamanla değişmeyen etkinsizlik modelleri için sabit etkiler modelinde etkinsizlik etkisini ifade eden u_i terimi zaman açısından sabit bir parametre olarak kabul edilmektedir. Bu tarz modeller kukla değişken kullanılan standart regresyon kullanılarak hesaplanabilmektedir. Fakat bu durumda hesaplanan model, etkinliği sadece örneklemdeki en etkin firmaya göre ölçebilmektedir. Bu sebeple örneklemin içerdiği firma sayısı düşük olduğunda hesaplamaların güvenilirliği azalmaktadır. u_i değişkeninin rastgele değişken olduğu rastgele etkiler modeli ise en küçük kareler ya da maksimum olabilirlik yöntemleri kullanılarak hesaplanabilmektedir. (Coelli vd., 2005: 276).

Coelli ve diğerlerine (2005) göre yöneticilerin deneyimlerinden tecrübe kazanması ve teknik etkinlik seviyelerinin zamanla sistematik olarak değişmesi beklendiğinden zamanla değişen etkinsizlik modelleri bir ölçüde kısıtlayıcıdır. Zamanla değişen teknik etkinliğin bulunduğu modelde teknik etkinsizlik aşağıdaki şekle bürünür.

$$u_{it} = f(t)u_i \tag{2.17}$$

2.17 Eşitliğindeki f, teknik etkinsizliğin zamanla nasıl değiştiğini belirleyen fonksiyondur. Bu fonksiyon iki farklı çalışmada aşağıdaki şekillerde ifade edilmiştir (Coelli vd., 2005: 278).

Kumbhakar (1990): $$f(t) = [1 + exp(\alpha t + \beta t^2)]^{-1} \tag{2.18}$$

Battese ve Coelli (1992): $$f(t) = exp[\eta(t - T)] \tag{2.19}$$

Eşitlik 2.18'de bulunan α ve β hesaplanacak bilinmeyen parametreler olup, bu fonksiyon değeri sıfır ve bir arasında değişmektedir. α ve β'nın işareti ve büyüklüğüne bağlı olarak artmayan, azalmayan, konkav ya da konveks bir şekle sahip olabilmektedir. 2.19 Eşitliğindeki Battese ve Coelli (1992) fonksiyonu ise sadece bir bilinmeyen içerdiği için esnekliği daha düşüktür. Ayrıca bu fonksiyon $f(t)\geq 0$ ve $f(T) = 1$ özelliklerini göstermektedir. Bununla birlikte η'nın işaretine göre artmayan veya azalmayan bir fonksiyon olabilir ama η'nın tüm değerleri için konvekstir. Birçok sınır modelinde olduğu gibi eşitlik 2.18 ve 2.19 sabit etkiler yapısı ile hesaplanabilmektedir. Fakat hem Kumbhakar (1990) hem de Battese ve Coelli (1992) modellerini rassal etkiler yapısı ile maksimum olabilirlik kullanarak hesaplamayı önermişlerdir. Bu şekilde etkinsizlik ve teknolojik değişim etkilerinin birbirinden ayrılmasına olanak sağlanmaktadır. Bu modellerin ikisi de u_i'nin kesikli normal dağılıma sahip olduğu varsayımı altında hesaplanabilmektedir. Eğer model en çok olabilirlik yöntemi ile hesaplandıysa katsayılarla ilgili z testi veya LR testi kullanılabilir. Birden fazla katsayıyı ilgilendiren hipotezler ise LR testi kullanılarak test edilebilir. Zamanla değişmeyen etkinsizlik etkisini ifade eden sıfır hipotezleri H_0: $\alpha = \beta = 0$ veya H_0: $\eta = 0$ şeklinde tanımlanabilir. Yarı-normal etkinsizlik etkisini ifade eden sıfır hipotezi ise $\mu = 0$ şeklindedir. (Coelli vd., 2005: 278-279).

Battese ve Coelli (1992), panel veri için firmaların teknik etkinliklerinin zamanla değişebildiği bir stokastik sınır üretim fonksiyonu modeli tanımlamıştır. Bu modelde firma etkileri kesilmiş normal (truncated normal) tesadüfi değişken olarak tanımlanmıştır. Modele göre panel veri tam olmak zorunda olmayıp, N adet firma ve T zaman periyodu için oluşturulan model aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Coelli, 1996: 3-4).

$$Y_{it} = x_{it}\,\beta + (V_{it} - U_{it}), \qquad i=1,...,N,\ t=1,...,T, \qquad (2.20)$$

Y_{it}: i firmasının t zamanındaki üretiminin logaritması

x_{it}: i firmasının t zamanındaki kx1 boyutlu girdi miktarı vektörü

β: Bilinmeyen parametrelerin vektörü

V_{it}: U_{it}'den bağımsız ve iid $N(0,\sigma_V^2)$olduğu varsayılan tesadüfi değişkenler

U_{it}: Üretimdeki teknik etkinsizliği gösterdiği farz edilen, $N(\mu,\sigma_U^2)$ dağılımının sıfırda kesilmiş, birbirinden bağımsız ve olasılık dağılımları aynı olduğu

varsayılan ve negatif olmayan tesadüfi değişkenlerdir. $U_{it} = U_i[\exp(-\eta(t-T))]$ şeklinde hesaplanır.

η: Bilinmeyen ve hesaplanacak olan bir parametredir.

Bu modelde Battese ve Corra (1977) tarafından kullanılan yönteme başvurulmuş ve σ_v^2 ve σ_u^2 yerine $\sigma^2 = \sigma_v^2+\sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2/(\sigma_v^2+\sigma_u^2)$ tanımlamaları kullanılmıştır. Bunun için maksimum olabilirlik tahminleri hesaplanmıştır. Maksimizasyon sürecinin iterasyonunda iyi bir başlangıç değeri sağlayan γ parametresi 0 ile 1 arasında değişmektedir. γ parametresinin anlamlılığının test edilmesi ile stokastik üretim sınır fonksiyonunun gerekli olup olmadığı test edilebilmektedir. Sıfır hipotezi olan $\gamma = 0$ kabul edilirse bu $\sigma_u^2 = 0$ anlamına gelir ve bu yüzden U_{it} teriminin modelden kaldırılması gerekir[3] (Coelli, 1996: 3-5).

Bu modele göre t arttıkça; eğer $\eta > 0$ ise negatif olmayan firma etkileri (U_{it}) azalmakta, eğer $\eta = 0$ ise negatif olmayan firma etkileri (U_{it}) sabit kalmakta, eğer $\eta < 0$ ise negatif olmayan firma etkileri (U_{it}) artmaktadır. Firmaların zamanla teknik etkinliği artırdığı durumda η'nın pozitif olduğu örnek uygun görünmektedir (Battese ve Coelli, 1992: 154).

Battese ve Coelli'ye (1992) göre i. firmanın t. periyottaki teknik etkinlik tahmincisi yani $TE_{it} = \exp(-U_{it})$ aşağıdaki şekildedir.

$$E[\exp(-U_{it}|E_i] = \left\{\frac{1-\Phi[\eta_{it}\sigma_i^* - (\mu_i^*/\sigma_i^*)]}{1-\Phi(-\mu_i^*/\sigma_i^*)}\right\}\exp\left[-\eta_{it}\mu_i^* + \frac{1}{2}\eta_{it}^2\sigma_i^{*2}\right] \quad (2.21)$$

Burada $E_{it} = V_{it} - U_{it}$ iken, E_i i. firma için gözlenen, zaman periyotlarıyla ilişkilendirilmiş E_{it}'lerin (T_i x 1) boyutlu vektörünü temsil eder;

$$\mu_i^* = \frac{\mu\sigma_v^2 - \eta_i' E_i \sigma^2}{\sigma_v^2 + \eta_i'\eta_i\sigma^2} \quad (2.22)$$

[3] Bu modelin log olabilirlik fonksiyonu Battese ve Coelli (1992) çalışmasının ekinde yer almaktadır.

$$\sigma_i^{*2} = \frac{\sigma_v^2 \sigma^2}{\sigma_v^2 + \eta_i' \eta_i \sigma^2} \tag{2.23}$$

Burada, η_i i. firma için gözlenen, zaman periyotlarıyla ilişkilendirilmiş η_{it}'lerin (T_i x 1) boyutlu vektörünü temsil eder ve $\Phi(\cdot)$ standart normal rastgele değişken için dağılım fonksiyonunu ifade eder.

Firmaların t zamanındaki ortalama teknik etkinlikleri $\eta_t = \exp[-\eta(t - T)]$ durumunda aşağıdaki gibidir.

$$TE_t = E[\exp(-\eta_t U_i)] \tag{2.24}$$

Sektördeki firmaların ortalama teknik etkinliği U_i'nin yoğunluk fonksiyonu ile doğrudan bütünleştirerek aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$TE_t = \left\{ \frac{1 - \Phi[\eta_t \sigma - (\mu/\sigma)]}{1 - \Phi(-\mu/\sigma)} \right\} \exp\left[-\eta_t \mu + \frac{1}{2} \eta_t^2 \sigma^2 \right] \tag{2.25}$$

Eşitlik 2.21 ve 2.25 parametreleri maksimum olabilirlik tahmincileri ile değiştirilirse operasyonel tahmincileri elde edilebilir (Battese ve Coelli, 1992: 155-156).

Modele getirilen çeşitli kısıtlamalar literatürdeki farklı modellerin elde edilmesini sağlamaktadır. $\eta = 0$ durumunda model, Battese ve diğerleri (1989) tarafından tanımlanan zamanla değişmeyen modele dönüşmektedir. Modelin tam panel veri için sınırlanması durumunda Battese ve Coelli (1988) tarafından varsayılan üretim fonksiyonu elde edilmektedir. Modele ek olarak $\mu = 0$ kısıtı getirildiğinde, yani etkinsizlik teriminin yarı normal dağılıma sahip olduğu varsayıldığında Pitt ve Lee (1981) tarafından kullanılan modele ulaşılmaktadır. Bunlara ek olarak $T = 1$ kısıtı getirildiğinde model yarı normal dağılımın varsayıldığı Aigner ve diğerlerinin (1977) yatay kesit modeline dönüşmektedir. Ayrıca, tüm bu kısıtlamalardan yarı normal dağılım varsayımı haricindekiler uygulandığında Stevenson (1980) modeline ulaşılmaktadır (Coelli, 1996: 4).

Etkinlik değişimlerini belirleyen unsurların neler olduğunun tespiti şüphesiz üretim birimlerinin yöneticilerine karar verme aşamasında fayda sağlayacaktır. Bu nedenle üretim birimlerinin etkinliğinin ölçülmesinin yanında bu etkinlik seviyesine ulaşmalarının sebepleri olan unsurların araştırılması da literatürde yerini almıştır. Etkinsizlik etkilerini etkileyen faktörlerin incelenmesinde iki yaklaşım bulunmaktadır. İlk yaklaşım dışsal değişkenlerin doğrudan üretim fonksiyonunun stokastik olmayan kısmına dahil edilerek etkinlik üzerindeki etkilerinin incelenmesini öngörmektedir. Diğer yaklaşımda ise dışsal değişkenlerin stokastik kısım üzerindeki etkisi incelenmektedir.

Dışsal değişkenlerin üretim fonksiyonunun stokastik olmayan kısmına dahil edildiği yatay kesit modeli aşağıdaki şekildedir.

$$ln\, q_i = x_i^{'}\beta + z_i^{'}\gamma + v_i - u_i \qquad (2.26)$$

Modelde z_i dışsal faktörlerin vektörü iken γ bilinmeyen parametrelerin vektörünü ifade eder. Bu durumda u_i, x_i ve z_i'nin bir fonksiyonu olacaktır. Böylece firmaya özel teknik etkinlik tahminleri hem girdiler ile hem de dışsal faktörler ile beraber değişecektir. Pitt ve Lee (1981) etkinsizlik etkilerinin açıklanması hususuna değindikleri çalışmalarında firmanın yaşı, büyüklüğü ve mülkiyet karakteristiği ile etkinsizlik arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Dışsal değişkenler ile tahmin edilen teknik etkinlik arasındaki ilişkiyi incelerken iki aşamalı bir yöntem önermişlerdir. İlk aşamada dışsal değişkenlerin çıkarıldığı bir sınır modelinin hesaplandığı yöntemin ikinci aşamasında, tahmin edilen teknik etkinlikler dışsal faktörler ile regresyona tabi tutulmaktadır. Bu yaklaşımdaki sorun, tahmin edilen teknik etkinsizliklerin dışsal faktörlerin bir fonksiyonu olması durumunda etkinsizlik etkileri ile dışsal faktörler arasındaki ilişkinin bilinmesinin ikinci aşamayı gereksiz kılmasıdır. Ayrıca dışsal değişkenlerin birinci aşamaya dahil edilememesi hem üretim sınırının deterministik kısmındaki parametrelerin hem de teknik etkinliğin tahmincilerinin yanlı olmasına neden olmaktadır. Kumbhakar ve diğerleri (1991) tarafından önerilen tek aşamalı yaklaşımda dışsal değişkenler üretim sınırının stokastik kısmını doğrudan etkilemektedir. Modelde etkinsizlik teriminin $ui \sim N^{+}(z_i^{'}\gamma, \sigma_u^2)$ şeklinde bir dağılıma sahip olduğu varsayılmıştır.

$$lnq_i = x_i^{'}\beta + v_i - u_i \qquad (2.27)$$

Bu modeldeki etkinsizlik etkileri z_i ile değişen bir yapıya sahip olduğundan, olasılık dağılımları aynı değildir. Battese ve Coelli (1995) bu modeli panel veriler için genelleştirmiştir (Coelli vd., 2005: 281-282).

Battese ve Coelli (1995) tarafından oluşturulan modelin Kumbhakar ve diğerleri (1991) tarafından oluşturulan modelden üç farkı bulunmaktadır: (i) Tahsis etkinliği kabul edilmiştir. (ii) Birinci dereceden kar maksimizasyon koşulları kaldırılmıştır. (iii) Panel veri kullanılabilmektedir. N adet firma ve T zaman periyodu için oluşturulan model aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$Y_{it} = x_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}), \qquad i=1,...,N,\ t=1,...,T, \qquad (2.28)$$

Y_{it}: i firmasının t zamanındaki üretiminin logaritması

x_{it}: i firmasının t zamanındaki kx1 boyutlu girdi miktarı vektörü

β: Bilinmeyen parametrelerin vektörü

V_{it}: U_{it}'den bağımsız ve iid $N(0,\sigma_V^2)$olduğu varsayılan tesadüfi değişkenler

U_{it}: Üretimdeki teknik etkinsizliği gösterdiği farz edilen, $N(m_{it},\sigma_U^2)$ dağılımının sıfırda kesilmiş, birbirinden bağımsız ve olasılık dağılımları aynı olduğu varsayılan ve negatif olmayan tesadüfi değişkenlerdir.

$m_{it} = z_{it}\delta$, olup z_{it}, bir firmanın etkinliğini etkileyebilecek değişkenlerin px1 boyutlu vektörüdür. δ ise hesaplanacak parametrelerin 1xp boyutlu vektörüdür. Bu modelde de Battese ve Corra (1977) tarafından kullanılan yönteme başvurulmuş ve σ_v^2 ve σ_u^2 yerine $\sigma^2 = \sigma_v^2+\sigma_u^2$ ve $\gamma = \sigma_u^2/(\sigma_v^2+\sigma_u^2)$ tanımlamaları kullanılmıştır.[4] Dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi, Battese ve Coelli (1992) modelinin Battese ve Coelli (1995) modelinin özel bir durumu olmadığıdır. Yani bu iki model birbirinin içine dahil değildir ve bu yüzden birini diğerine tercih edecek bir test yapmak için herhangi bir kısıtlama tanımlanması mümkün değildir (Coelli, 1996: 6).

[4] Bu modelin log olabilirlik fonksiyonu Battese ve Coelli (1993) çalışmasının ekinde yer almaktadır.

2.2.4. VZA ve SSA Karşılaştırması

Karar verme birimi düzeyinde etkinliğin ölçülmesinde genel olarak kullanılan iki yöntem veri zarflama analizi ve stokastik sınır analizidir (Coelli vd., 2005: 312). Bu sebeple bu iki yöntemin karşılaştırılması önem arz etmektedir. Veri zarflama analizi (Data Envelopment Analysis) parametrik olmayan bir etkinlik ölçme yöntemi iken stokastik sınır analizi (Stochastic Frontier Analysis) parametrik bir yöntemdir. İki yöntemin de birbirine göre avantajlı olduğu noktalar bulunmaktadır. Bu noktalardan öne çıkanlar şunlardır:

- VZA çok sayıda girdi ve çıktı kullanımına imkan vermekte iken SSA'da tek çıktı bulunabilmektedir.
- SSA'da bulunan girdi ve çıktı arasında fonksiyonel ilişki kurgulanması zorunluluğu VZA'da yoktur.
- SSA'da rastgele hata bulunmakta iken VZA'da bulunmamaktadır.
- SSA parametrik bir yöntem olduğundan istatistiksel hipotez testlerine olanak sağlamaktadır. VZA parametrik bir yöntem olmadığından hipotez testleri için uygun değildir.

SSA'nın VZA'ya göre en büyük avantajı rastgele hata terimini analize dahil etmesidir. Böylece istatistiksel hataların etkinlik skorundan ayrılmasına olanak sağlanmaktadır.

2.3. Firma Etkinliği Hakkında Yapılan Çalışmalar

Etkinlik çalışmaları hastane, üniversite, tarlalar, kamu kurumları, bankalar, aracı kurumlar ve firmalar gibi farklı unsurların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada firma etkinliği üzerine bir analiz gerçekleştirildiğinden firma etkinliğine yönelik çalışmalar ve söz konusu çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple çalışmanın bu kısmında firma etkinliği üzerine yapılan çalışmalar ve kullandıkları girdi ve çıktı değişkenleri üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmalardan Wu (1995) Çin'in demir çelik endüstrisinin üretim etkinliğini incelediği çalışmasında altmış bir adet firmayı zamanla değişen üretim sınırı modeli kullanarak incelemiştir. Analiz sonucunda 1984-1992 döneminde firmaların potansiyel çıktılarının ortalama %69-%82 kadarını elde ettiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca firma

yaşının Çin demir çelik sektöründe etkinlik ile doğru orantılı olduğu ve bazı bölgelerdeki firmaların kümelenme avantajı sayesinde diğerlerinden daha iyi performans gösterdiği bulguları elde edilmiştir. Bununla birlikte ölçek ekonomisinin firma etkinliği üzerindeki etkisine dair anlamlı bir bulguya rastlanmamıştır. Merkezi yönetime sahip firmalar ile yerel yönetime sahip firmalar arasında da bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle yerel yönetime sahip firmaların merkezi yönetime sahip firmalardan daha etkin olduğu hipotezi kabul edilememiştir.

Dhawan ve Gerdes (1997) ABD'de halka açık 908 şirketin 1970-1989 yıllarını kapsayan panel verilerini kullanarak zamanla değişen teknik etkinsizliğin bulunduğu stokastik sınır üretim fonksiyonu ile bir teknolojik değişim endeksi hesaplamayı amaçlamıştır. Battese ve Coelli (1992) modelinin kullanıldığı çalışmada girdi olarak firmadaki çalışan sayısı ve toplam varlıkların piyasa değeri alınmış, çıktı olarak ise (satışlar – smm + stoklar) değeri alınmış ve tutarlar GSYH deflatörü kullanılarak reel hale getirilmiştir. Sonuç olarak elde edilen teknolojik değişim endeksinin 1970-1989 dönemine düşüş gösterdiği gözlenmiştir. Çalışmada bu düşüşün hizmetler sektöründen kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ulucan (2002) VZA kullanarak IS0500'de yeralan ve İMKB'de işlem gören 103 şirketin göreli etkinliklerini belirlediği çalışmasında 3 ayrı girdi/çıktı seti ile VZA modelleri oluşturmuştur. Çalışan sayısı, aktifler ve özsermaye tüm modellerde girdi olarak kullanılmıştır. Çıktı olarak ise birinci modelde satışlar ve kar, ikinci modelde piyasa değeri, getiri ve hisse başına kar kullanılmıştır. Üçüncü modelde ise birinci ve ikinci modelde kullanılan çıktı değişkenlerinin tümüne yer verilmiştir. Çalışma sonucunda üç ayrı çıktı grubu için sırasıyla 42, 19 ve 45 karar verme birimi ölçek etkin bulunmuştur.

Özdağoğlu (2015) VZA yöntemi kullanarak BİST bilişim endeksinde yer alan on iki şirketin etkinliklerini incelediği çalışmasında, hazır değerler, stoklar, maddi duran varlıklar ve özsermaye girdi faktörleri ile brüt satışlar ve vergi öncesi kar çıktı faktörleri kullanarak etkinlik değerlerini hesaplamıştır. Çalışma sonucunda brüt satışları yüksek olan bazı firmaların aslında etkin olmadıkları, sektör ortalamasına göre küçük sayılabilecek bazı firmaların ise oldukça etkin firmalar oldukları tespit edilmiştir.

Çetin (2006) İMKB'de işlem gören tekstil sektörüne ait firmaların etkinliklerini, VZA yöntemi ile araştırmıştır. Etkin olmayan firmaların etkin ve verimli konuma geçebilmeleri için kullandıkları girdi-çıktı miktarlarını, ait oldukları sektörde etkin konumda olan firmalara göre ne oranda iyileştirmeleri gerektiğinin belirlenmesi hedeflenen çalışmada finansal oranlara göre firma performansları inceleneceği için finansal oranlar arasında korelasyon analizi yapılmış ve bazı oranlar elenmiştir. Söz konusu elemenin sonucunda girdi olarak cari oran, likidite oranı, nakit oranı, net işletme sermayesi/aktifler oranı; çıktı olarak ise, öz sermaye kar marjı, aktifler kar marjı, net kar marjı kullanılmıştır. 2004 yılı verileri kullanılarak yapılan analiz sonucunda analize dahil edilen 22 firmadan 4 tanesi göreli olarak tam etkin bulunmuştur.

Bakırcı (2006) Veri Zarflama Analizi kullanarak Otomotiv Sanayiindeki firmaların etkinlikleri belirlediği çalışmasında CCR (girdi minimizasyonu yönelimli) ve BCC (çıktı maksimizasyonu yönelimli) modeller tahmin edilmiştir. Analizde kullanılan girdiler net aktifler, öz sermaye ve çalışan işçi sayısı olup, çıktılar ise; net satışlar, vergi öncesi kar ve ihracat değerleri olarak seçilmiştir. Çalışmada on üç firma arasında altı firmanın girdilerde etkin olamadığı belirlenirken, küçük ölçekli firmaların daha etkin oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Diaz ve Sanchez (2007) küçük ve orta büyüklükteki imalat firmalarının 1995-2001 dönemi için teknik etkinsizliklerini ve bunun nedenlerini stokastik sınır üretim fonksiyonu kullanarak inceledikleri çalışmalarında küçük ve orta büyüklükteki firmaların büyük firmalara göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Analizde girdi olarak çalışan sayısı, arsa ve binalar haricindeki duran varlıkların değeri ve zaman trendi kullanılırken çıktı olarak üretilen katma değer kullanılmıştır.

Bayyurt ve Sagbansua (2007), 2002 yılında imalat sanayi firmaları içinde ilk 1000'de yer alan 11 çimento firmasının etkinliklerini VZA ile hesaplamıştır. Analizde girdiler cari oran, kaldıraç oranı, stok devir hızı, makine-tesis-cihazlar, özsermaye ve nakit akım oranı olurken çıktılar ise firmaların karlılık, verimlilik ve borsa getirisi şeklinde belirlenmiştir. Sonuç olarak 5 firmanın etkinlik skorları 1'in altında çıkmıştır.

Kula ve Özdemir (2007) İMKB'de bulunan çimento firmalarının etkinliklerini girdi yönlü VZA kullanarak karşılaştırmıştır. Girdi olarak cari oran, finansal kaldıraç

oranı, özkaynak/toplam aktif, kısa vadeli yabancı kaynaklar/toplam pasif, maddi duran varlıklar/özkaynaklar net satışlar/toplam aktif ve net satışlar/özkaynak oranlarının kullanıldığı çalışmada çıktı olarak özkaynak karlılığı, aktif karlılığı ve satış karlılığı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 17 işletmeden 7 tanesinin göreceli olarak etkin olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte etkin olmayan firmaların etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinin potansiyel iyileştirme oranları belirlenmiştir.

Ertuğrul ve Işık (2008) VZA yöntemlerinden çıktı yönlü CCR modelini kullanarak İMKB 100 endeksinde bulunan ve metal ana sanayi sektöründeki 13 işletmenin 2003-2007 dönemi verileri ile etkinlik analizini yapmışlardır. Analizde girdi olarak firmaların mali tablolarındaki aktif ve özsermaye tutarları alınmış, çıktı olarak ise net satışlar ve net kar tutarları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda söz konusu 13 firmanın yıllara göre etkinlik skorları ve potansiyel iyileştirme oranları elde edilmiştir.

Yalama ve Sayım (2008), İMKB'ye kote olan imalat sektöründeki şirketlerin etkinliğini girdi yönlü VZA yöntemi kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda sektörün 2005 Aralık dönemi itibariyle ortalama etkinlik skoru %83,94 olarak hesaplanmıştır. Analiz kısmında girdi olarak cari oran, finansal kaldıraç oranı, özkaynaklar/toplam aktifler, özkaynaklar/toplam yabancı kaynaklar, kısa vadeli yabancı kaynaklar/toplam pasifler, maddi duran varlıklar/özkaynaklar, net satışlar/aktif, net satışlar/özkaynaklar kullanılmıştır. Çıktı olarak ise özsermaye karlılığı ve aktif karlılığı kullanılmıştır. İmalat sektörünün en etkin sektör içi alt birimi taş ve toprağa dayalı sanayi olurken, etkinliği en düşük sektör içi alt birimi dokuma, giyim eşyası ve deri olmuştur.

Ata ve Yakut (2009) Türkiye'de imalat sektöründe faaliyet gösteren firmaların 1996-2006 dönemi için VZA yöntemiyle etkinlik ölçümlerini yaptıkları çalışmada girdi olarak cari oran, toplam borç/özkaynak, maddi duran varlık/devamlı sermaye ve borç devir hızı kullanılmıştır. Bununla birlikte çıktı olarak ise net kar marjı, aktif karlılık oranı, alacak devir hızı, stok devir hızı, stoklar/dönen varlıklar ve faiz giderleri/net satışlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda etkin ve etkin olmayan sektörler tespit edilip, sektörlerin etkinliklerini artırabilmeleri için gerekli öneriler sıralanmıştır.

Kayalı (2009) 2007 yılı için Türkiye'nin en büyük 500 şirketi arasında yer alan tekstil ürünleri şirketlerinin karlılık açısından teknik, saf teknik ve ölçek etkinliklerini incelemiştir. VZA kullanılarak yapılan analizde çalışan sayısı, özsermaye, aktif toplamı girdi olarak kullanılmış, net satışlar ve net kar çıktı olarak kullanılmıştır. 29 firmanın ortalama teknik etkinliği 0,566, ortalama saf teknik etkinliği 0,657 ve ortalama ölçek etkinliği 0,872 bulunmuştur.

Olgun vd. (2011) zeytin sıkma tesislerinin teknik etkinlik düzeylerini VZA ve SSA yöntemleri ile belirlemiştir. Yapılan çalışmada çıktı değişkeni olarak, zeytin sıkma tesislerinde üretilen zeytinyağının üretim değeri, girdi değişkenleri olarak ise sırasıyla hammadde masrafı (işlemede kullanılan zeytinin üretim değeri), işgücü masrafı, diğer masraflar ve kullanılan sermaye miktarı dikkate alınmıştır. Bunun yanında, stokastik sınır üretim fonksiyonu modeline etkinsizlik etkileri kapsamında zeytin sıkma tesisleri yöneticilerinin yaşı, eğitim yılı ve zeytin sıkma faaliyetindeki deneyimleri açıklayıcı değişkenler olarak ilave edilmiştir. Teknik etkinlik analizleri sonucunda, tesislerin teknik olarak etkin olmadığı ve potansiyel iyileştirmelere ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir.

Aygören ve Yeşilyurt (2011) Stokastik Sınır Analizi kullanarak aracı kurumların etkinliğini etkileyen faktörleri incelemiştir. Yapılan analizde çıktı olarak toplam gelirler kullanılmış, girdi olarak ise özsermaye, satışların maliyeti ve faaliyet giderleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda aracı kurumun yaşı ve çalışan sayısının etkinlik üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu, şube sayısı, aracı kurum büyüklüğü, finansal kaldıraç ve hizmet rasyosunun (Hisse senedi işlem büyüklüğü/Toplam işlem büyüklüğü) etkinliği olumsuz etkilediği ortaya çıkmıştır.

Gündüz vd. (2013) Samsun ili Atakum ilçesinde ekmek üreten işletmelerde teknik etkinliğin ölçülmesi amacıyla, ilçede faaliyette bulunan 23 fırından temin edilen verilerle stokastik sınır fonksiyonu yöntemini kullanmışlardır. Aylık üretilen ekmek sayısının bağımlı değişken olarak yer aldığı çalışmada, fırın alanı, işgücü, aylık un maliyeti, diğer hammadde maliyeti, yakıt maliyeti ve diğer girdi maliyetleri girdi olarak yer almıştır. Bununla birlikte işletmecinin yaşı, işletmecinin eğitim durumu, mülkiyet, üretim teknolojisi ve kredi kullanımı etkinsizlikle ilgili spesifik değişkenler olarak belirlenmiştir. Fırınların, kullandığı girdilerin ekmeğe dönüştürülmesinde etkinlik

sağlanıp sağlanmadığının sorgulandığı araştırma sonucunda işletmelerin ortalama %76 oranında etkin çalıştıkları tespit edilmiştir.

Phillips (2013) Japonyadaki kamunun sahibi olduğu su idaresi firmalarının etkinsizliklerini incelediği çalışmasında Battese ve Coelli (1995) tarafından önerilen stokastik sınır analizi yöntemini kullanmıştır. Çalışmada temin edilen yıllık su hacmi çıktı olarak kullanılırken, girdi olarak boru hattının uzunluğu, tam zamanlı çalışan sayısı, su üretim kapasitesi, satın alınan su kapasitesi kullanılmıştır. Etkinsizlik etkileri değişkenleri olarak bölgesel kukla değişkenler, sağlanan suyun kapasiteye oranı, su arıtma oranı, taşeron işçi kullanım oranı, müşteri yoğunluğu, tesise alınan su miktarı ve alınan destek oranı kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre sağlanan suyun kapasiteye oranı, müşteri yoğunluğu ve tesise alınan su miktarı yüksek etkinliğe eşlik ederken, arıtma oranı, alınan destek oranı ve taşeron işçi kullanım oranı düşük etkinliğe eşlik etmiştir. Sektörde etkinsizlik bulunduğu için en iyi firmaları mümkün olduğunca taklit ederek ve gerekli düzenlemeleri yaparak Japonya'da bulunan su idaresi firmalarının geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Akyüz vd. (2013) Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Yöntemini kullanarak Borsa İstanbul'da işlem gören on bir mevduat bankasının 2007-2011 yıllarındaki verimliliklerini ölçmüştür. Çalışmada mevduat, özsermaye, faiz giderleri girdi olarak; net kar ve faiz gelirleri ise çıktı olarak kullanılmıştır.

Orçun vd. (2014) İMKB 100 endeksinde yer alan 25 imalat sanayi şirketinin 2008 krizi öncesi ve sonrasına ilişkin etkinlik düzeylerini VZA ile ölçmüştür. Çalışmada cari oran, alacak devir hızı, stok devir hızı, uzun vadeli borç/özsermaye oranı ve finansal kaldıraç oranı girdi olarak alınmış, çıktı olarak ise aktif karlılığı ve özsermaye karlılığı kullanılmıştır. Girdiye yönelik etkinlik ölçümü analizi yapılan çalışma sonucunda 3 firmanın kriz öncesi ve sonrasında etkin olarak gerçekleştirdiği, 3 firmanın da kriz döneminde etkin kalmayı başaramadığı tespit edilmiştir.

Castiglione ve Infante (2014) bilgi ve iletişim teknolojileri yatırımları ile teknik etkinlik arasındaki ilişkiyi stokastik sınır yaklaşımı kullanarak belirlemişlerdir. Çalışmada oluşturulan üretim modelinde girdi olarak bilgi ve iletişim teknolojileri sermayesi, bilgi ve iletişim teknolojisi ile ilgisi olmayan sermaye, eğitimi yüksek işçi

sayısı, düşük eğitimli işçi sayısı ve hammadde kullanılmıştır. Çıktıyı ise satış gelirleri temsil etmiştir. İtalyan imalat firmalarının 1995-2006 dönemi panel verilerini kullanarak yapılan çalışmada bilgi ve iletişim teknolojilerinin teknik etkinlik üzerindeki getirilerinin firmaya özgü değişkenler olan yönetim uygulamaları, iş gücü organizasyonu ve ar-ge'den etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Jarboui vd. (2014) nakliye şirketlerinin teknik etkinliği ile yönetimsel iyimserlik arasındaki ilişkiyi, 12 yıllık 2000-2011 dönemini kapsayan verileri kullanarak stokastik sınır analizi metotları ile açıklamıştır. Battese ve Coelli (1995) tarafından oluşturulan stokastik sınır üretim fonksiyonunun kullanıldığı çalışmada, çıktı olarak gelir kullanılırken girdi olarak toplam faaliyet giderleri ve çalışan sayısı alınmıştır. Çalışmanın sonucunda nakliye firmalarının etkin üretim sınırının altında olmasının yöneticinin iyimserliği ile ilgili olduğu vurgulanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
FİNANSAL VARLIKLARIN FİYATLANDIRILMASINDA ETKİNLİK SKORLARININ ROLÜ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı etkinlik skorlarının sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmalara ait hisse senedi getirilerinde ek bir faktör olarak rolünün incelenmesidir. Çalışmanın temel hipotezi yüksek etkinlik skorlarına sahip firma grubu ile düşük etkinlik skorlarına sahip firma grubu arasındaki getiri farkının sanayi firmaları hisse senedi getirilerini etkileyen bir faktör olduğudur. Yapılan çalışmada Fama French 3 faktörlü varlık fiyatlandırma modeline etkinlik skorları faktörünün de dahil edilmesiyle oluşturulan modellerin geçerlilikleri incelenmiştir. Ayrıca oluşturulan model Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli ve Fama French 3 Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modeli ile karşılaştırılmış, etkinlik skorlarının modelin getirileri açıklama kabiliyetini artırıp artırmadığı incelenmiştir. Bu sayede firmaların etkinliklerinin hisse senedi fiyatlarına yansıyıp yansımadığı sorusuna cevap aranmıştır. Sonuç olarak çalışmanın analiz kısmı, etkinlik skorlarının hesaplanması ve etkinlik skorları faktörünün Fama French 3 Faktörlü Modele dahil edilmesiyle oluşan modelin sermaye varlıklarını fiyatlama modeli ve Fama French 3 Faktörlü Model ile karşılaştırılması şeklinde iki aşamadan oluşmaktadır. Borsa İstanbul'da işlem gören sanayi firmalarına ait hisse senetleri kullanılarak yapılan analizler sonucunda bu çalışmanın, etkinlik skorlarının portföy getirisine etkisi konusunda gelecekte yapılacak çalışmalara da ışık tutması beklenmektedir.

3.2. Veriler

3.2.1. Örneklem Seçimi

Bu çalışmada, etkinlik skorlarının sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmalara ait hisse senedi getirilerindeki rolünün incelenmesi amacıyla BİST'te işlem gören sanayi firmaları kullanılmak istenmiştir. Firmanın sektörünün belirlenmesi için sınai endeks (XUSIN) temel alınmıştır.

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi etkinlik, girdi ve çıktı miktarları ile herhangi bir sektördeki bir firmanın ulaşabileceği en iyi girdi-çıktı sınırı arasındaki

mesafe olarak tanımlanabilir (Daraio ve Simar, 2007: 14). Dolayısıyla etkinliği ölçülecek grubun ortak bir sektörünün bulunması önemlidir. Bu sebeple bu çalışmada, Fama-French 3 faktörlü modelin veya bu modelin ekstra faktörlü hallerinin kullanıldığı ve borsanın genelinin örnekleme alındığı çalışmalardan farklı olarak tek sektöre yönelik bir analiz yapılmıştır.

Analizde etkinlik skorlarının kullanılacak olması nedeniyle bazı kısıtlayıcı durumlar ortaya çıkmıştır. Şöyle ki; veri eksikliği ya da uygunsuz veriler nedeniyle etkinlik skoru hesaplanamayan firmalar analize dahil edilmemiştir. Bu sebeple hem etkinlik skoru hesaplamak için kullanılacak verileri uygun ve mevcut olan hem de diğer faktörleri hesaplamak için kullanılacak verileri uygun ve mevcut olan firmalar analize dahil edilmiştir. Bu sebeple 29.06.2015 tarihinde sınai endekste (XUSIN) yer alan firmalardan 2004-2015 döneminde ihtiyaç duyulan verileri mevcut olan firmalara ait veriler çalışmada kullanılmıştır. Verilerine ulaşılamayan firmalar, herhangi bir dönemde negatif öz sermayeye sahip olan firmalar ve grup firmaları analize dahil edilmemiştir. Sonuç olarak etkinlik skorlarının hesaplanmasında 109 firmaya ait veriler kullanılmıştır. Fakat analizin modeller için portföy oluşturma aşamasında, 2005 ve 2006 yılları için 106 firmanın, diğer yıllar için 109 firmanın verileri kullanılmıştır. Bunun sebebi aradaki farka neden olan 3 firmanın 2006 yılında halka arz edilmeleridir. Yani söz konusu 3 firmanın 2005 ve 2006 yılları için etkinlik skorları hesaplanabilmiş, lakin bu firmalar o dönemin bir kısmında halka açık olmadıkları için getiri verilerinin elde edilememesi sebebiyle belirtilen yıllar için portföylere dahil edilmemişlerdir.

3.2.2. Şirketlerin Aylık Getiri Verileri

Araştırmaya konu olan hisse senetlerinin 2005 Temmuz-2015 Haziran dönemi aylık getiri verileri için Borsa İstanbul internet sitesinden alınan düzeltilmiş aylık hisse senedi fiyatlarından elde edilen aylık yüzde değişim verileri ve Finnet Active Charts programı kullanılarak www.finnet.com.tr veri tabanından temin edilen düzeltilmiş aylık hisse senedi fiyatlarından elde edilen aylık yüzde değişim verileri kullanılmıştır.

3.2.3. Risksiz Faiz Oranı ve Pazar Portföyü

Risksiz faiz oranını temsil etmesi için, Hazine Müsteşarlığı resmi internet sitesinde[5] istatistikler bölümünde bulunan iç borçlanmanın aylık ortalama maliyeti (Sabit faizli) yıllık bileşik faiz oranı, analiz dönemi verileri aylık değerlere dönüştürülerek kullanılmıştır.

İç borçlanmanın aylık ortalama maliyetinin hesaplanması Hazine Müsteşarlığı Veri Dağıtım Sistemi internet sitesinin[6] Rapor bilgisi/Metodoloji kısmında şu şekilde anlatılmaktadır:

- İlgili ayda ihale yöntemi ile ihraç edilen Devlet İç Borçlanma Senetleri'nin (DİBS) toplam net satış tutarları söz konusu DİBS'lerin ihalede oluşan ortalama bileşik faizleri ile ağırlıklandırılarak toplamları alınmaktadır.
- Ağırlıklandırılmış toplam ilgili ayda ihale yöntemi ile ihraç edilen DİBS'lerin toplam net satış tutarına bölünerek, iç borçlanmanın aylık ortalama maliyeti bulunmaktadır.

İç borçlanmanın aylık ortalama maliyeti (Sabit faizli) yıllık bileşik faiz oranı aylık değerlere şu şekilde dönüştürülmüştür:

$$R_{ft} = (R_{ht}+1)^{1/12}-1 \qquad (3.1)$$

R_{ht}: t ayındaki iç borçlanmanın aylık ortalama maliyeti (Sabit faizli) yıllık bileşik faiz oranı

R_{ft}: t ayındaki iç borçlanmanın aylık ortalama maliyeti (Sabit faizli)

Sümer ve Hepsağ (2007) çalışmalarında yer verdikleri analizde piyasa getirileri olarak İMKB Ulusal 30 ve İMKB Ulusal tüm endekslerini kullanmışlardır. Bilgin ve Bastı (2014) ise Finansal Varlık Fiyatlandırma Modelinin (CAPM) koşullu ve koşulsuz versiyonlarını 2003 ve 2011 yılları arasında Borsa İstanbul için test ettikleri çalışmalarında piyasa getirisini İMKB Tüm endeksi temsil etmiştir. Benzer şekilde, Yalçın ve Erşahin (2011) piyasa modeli regresyonlarında piyasa portföyünü temsil

[5] Hazine Müsteşarlığı resmi internet sitesi: www.hazine.gov.tr
[6] Hazine Müsteşarlığı Veri Dağıtım Sistemi internet sitesi https://hmvds.hazine.gov.tr

etmek üzere İMKB-Tüm endeksini kullanmıştır. Kayalıdere ve Aktaş (2008) ise Markowitz'in ortalama-varyans modeli ile birlikte alternatif olarak geliştirilen Sharpe'ın tek indeks ve Elton-Gruber'in EGP modellerinin oluşturduğu optimum portföylerin performanslarının karşılaştırdıkları çalışmalarında pazar portföyü olarak İMKB-Tüm endeksini kullanmışlardır. Ayrıca, Eraslan (2013) Fama-French üç faktörlü varlık fiyatlandırma modelinin İMKB'deki geçerliliğini test ettiği çalışmasında pazar portföyünü temsil etmesi için İMKB-Tüm endeksini kullanmıştır.

Görüldüğü üzere söz konusu çalışmalarda pazar portföyünü İMKB-Tüm endeksi temsil etmiştir. Bu çalışmada da, belirtilen çalışmalara benzer şekilde pazar portföyünü temsil etmek üzere Borsa İstanbul internet sitesinden elde edilen BIST Tüm Endeksi aylık yüzde değişimi verileri kullanılmıştır.

3.2.4. Firma Verileri

Etkinlik skorlarının hesaplanmasında firmaların 2004-2013 dönemini kapsayan 10 yıllık satış gelirleri, satışların maliyeti, faaliyet giderleri ve özsermaye verileri kullanılmış olup, söz konusu veriler Finnet Mali Analiz Programı kullanılarak elde edilmiştir.

Oluşturulacak portföylerin sınıflandırılması ve firma büyüklüğü ile ilgili faktör olan SMB faktörünün hesaplanması amacıyla kullanılan firma büyüklüğünü temsil etmesi için Fama ve French'in (1993, 1996) yaptığı gibi piyasa değeri kullanılmıştır. Örnekleme dahil edilen firmaların 2005 Haziran-2014 Haziran dönemindeki her yılın Haziran ayı piyasa değerlerine ait veriler Finnet Mali Analiz Programı kullanılarak elde edilmiştir.

HML faktörünün elde edilmesinde kullanılmak üzere, çalışmaya konu hisse senetlerinin ait olduğu şirketlerin defter değerleri piyasa değerlerine bölünerek elde edilen DD/PD oranları Finnet Mali Analiz programı veri tabanı kullanılarak elde edilmiştir.

3.3. Araştırma Yöntemi

Çalışmada, etkinlik skorlarının sanayi firmaları portföyleri getirileri üzerindeki etkisi incelenmek istendiğinden öncelikle modeller oluşturulmuştur. İlk olarak SVFM,

Fama French 3 Faktörlü Model ve Etkinlik Skoru Faktörünün Eklendiği 4 Faktörlü Model oluşturulmuştur. Sonraki aşamada, karar verme birimi olarak seçilen 109 firmanın etkinlik skorları stokastik sınır analizi yöntemiyle hesaplanmıştır. Daha sonra analizi yapılacak modellerde ve faktörlerin oluşturulmasında kullanmak için portföyler ve kesişim portföyleri oluşturularak bu portföylerin getirileri hesaplanmıştır. Faktörlerin oluşturulması ve faktör getirilerinin hesaplanması akabinde ise zaman serisi regresyonları yapılmıştır. Çalışmaya konu modellerdeki kesişim katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı olup olmadıklarını test etmek için GRS-F testi kullanılmış ve sonuç olarak elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

3.3.1. SVFM, Fama French 3 Faktörlü Model ve Etkinlik Skoru Faktörünün Eklendiği 4 Faktörlü Modelin Oluşturulması

Sermaye varlıkları fiyatlama modeline göre bir portföyün getirisi, paranın zaman değerine yani risksiz faiz oranına, sistematik riske katlanmanın karşılığı olan piyasa risk primine ve sistematik risk miktarına bağlıdır (Ross, vd., 2012: 436). Bu durumu içerecek şekilde oluşturulan ve bu çalışmadaki zaman serisi regresyon analizlerinde kullanılan SVFM modeli şu şekildedir;

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i(R_m - R_f) + \varepsilon_i \qquad (3.2)$$

Bu çalışmada Fama ve French (1993), Chan ve Faff (2005) ve Ammann ve Steiner'in (2008) yaptıkları gibi bağımlı değişken olarak kesişim portföyleri kullanılmıştır. Yani büyüklük, DD/PD oranı ve etkinlik skorlarına göre oluşturulan sekiz kesişim portföyünün risksiz faiz oranı üzerindeki getirileri zaman serisi regresyonlarında bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Fama ve French (1993, 1996) tarafından öne sürülen üç faktörlü modelde; $E(R_i) - R_f$ ile ifade edilen portföyün risksiz faiz oranı üzerindeki beklenen getirileri, portföy getirisinin şu üç faktöre olan hassasiyeti ile açıklanır: (i) $E(R_M) - R_f$) ile ifade edilen, piyasa portföyünün risksiz faiz oranı üzerindeki beklenen getirisi; (ii) Küçük hisselerden oluşan portföyün getirisi ile büyük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki fark (SMB); ve (iii) Yüksek DD/PD oranlı hisselerden oluşan portföy ile düşük DD/PD oranlı hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki fark (HML).

Böylece portföyün risksiz faiz oranı üzerindeki beklenen getirisi aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Fama ve French, 1996: 55).

$$E(R_i) - R_f = b_i[E(R_M) - R_f)] + s_iE(SMB) + h_iE(HML) \quad (3.3)$$

Burada E(SMB) ve E(HML) faktörlerin beklenen değerleri olup, s_i ve h_i aşağıdaki zaman serisi regresyonunda bulunan eğimlerdir (Fama ve French, 1996: 56).

$$R_i - R_f = a_i + b_i(R_M - R_f) + s_i(SMB) + h_i(HML) + e_i \quad (3.4)$$

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak etkinlik skorlarının varlık fiyatlama üzerindeki rolü incelenmek istenmiştir. Bu sebeple modeli oluştururken Fama-French üç faktör modeline yeni faktörlerin eklendiği çalışmalardan ilham alınmıştır. Carhart (1997) çalışmasında Fama-French üç faktör modeline momentum faktörünü ekleyerek dört faktör modelini oluşturmuştur. Chan ve Faff (2005) ise Fama-French üç faktör modeline likidite faktörünü ekleyerek dört faktör modelini oluşturmuştur. Bu çalışmanın modeli için yeni faktör oluşturulurken de diğer dört faktörlü model oluşturma çalışmalarına benzer bir yöntem kullanılmıştır. Etkinlik skorları primini ifade eden dördüncü faktör, çalışmaya konu hisse senetlerinin daha önce elde edilen yılsonu etkinlik skorlarına göre sıralanması ve medyan değerinden iki gruba ayrılarak, etkinlik skoru medyan değerden büyük veya eşit olan hisselerden oluşan portföy getirisi ile etkinlik skoru medyan değerden küçük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı olarak belirlenmiştir. EMI adı verilen bu yeni faktörün hesaplanma şekli bu çalışmanın sonraki bölümlerinde gösterilmiştir. Etkinlik skorlarının BİST Sınai Endeks'te bulunan sanayi firmalarının getirilerine olan etkisini incelemek amacıyla Fama-French üç faktörlü modele etkinlik faktörünü de ekleyerek zaman serisi regresyonu yaklaşımı içinde aşağıdaki dört faktörlü model oluşturulmuştur.

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_iSMB_t + h_iHML_t + f_iEMI_t + e_{it} \quad (3.5)$$

Sonuç olarak, etkinlik skorlarının modele dahil edilmesiyle modelin getirileri açıklama yetisinde yaşanan değişimi görmek amacıyla sermaye varlıklarını fiyatlama modeli, Fama-French üç faktör modeli ve bu modele etkinlik skorları faktörünün

eklenmesiyle elde edilen dört faktörlü model zaman serisi regresyonu yaklaşımı içinde aşağıdaki şekillerde analizde kullanılmıştır.

SVFM:

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + e_{it} \quad (3.6)$$

Fama-French Üç Faktörlü Model:

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_iSMB_t + h_iHML_t + e_{it} \quad (3.7)$$

Dört Faktörlü Model:

$$R_{it} - RF_t = \alpha_{it} + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_iSMB_t + h_iHML_t + f_iEMI_t + e_{it} \quad (3.8)$$

R_{it}: i portföyünün t zamanındaki getirisi

RM_t: Piyasa portföyünün t zamanındaki getirisi

RF_t: t zamanındaki risksiz faiz oranı

SMB: Piyasa değeri küçük hisselerden oluşan portföyün getirisi ile büyük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden büyüklük primidir.

HML: DD/PD oranı yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden değer primidir.

EMI: Etkinliği yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile etkinliği düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden etkinlik primidir.

e_{it}: Hata terimi

3.3.2. Sanayi Firmaları Etkinlik Modelinin Oluşturulması ve Etkinlik Skorlarının Hesaplanması

Etkinlik skorları hesaplanırken analizi yapılan 109 firmanın teknik etkinlik seviyeleri incelenmiştir. Yani karar verme birimleri olarak verinin alındığı tarihte Sınai Endeks'te bulunan ve çalışmaya konu yıllarda verileri mevcut olan 109 sanayi firması seçilmiştir. Araştırmada 2004-2013 verileri kullanılmıştır. Daraio ve Simar (2007) etkinliği, girdi ve çıktı miktarları ile herhangi bir sektördeki bir firmanın ulaşabileceği en iyi girdi-çıktı sınırı arasındaki mesafe olarak tanımlamıştır. Anlaşılacağı üzere etkinlik hesaplamalarında girdi ve çıktı arasındaki ilişki incelendiğinden girdinin çıktıya

dönüşme sürecinin benzer olduğu karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Yani aynı sektörde bulunan veya benzer iş yapan karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın önceki bölümlerinde değinildiği üzere etkinlik ile ilgili yapılan çalışmalarda aynı sektörde bulunan firmalar incelenmiştir.

Etkinlik düzeyinin ölçülmesinde genel olarak kullanılan yöntemler VZA ve SSA olduğundan bu iki yöntem arasında seçim yapma durumunda iki yöntemin birbirine göre durumlarının incelenmesi gerekmektedir. SSA'da istatistiksel gürültü teriminin bulunması ve geleneksel hipotez testlerini uygulamak için kullanılabilir bir yöntem olması SSA'yı VZA'ya göre avantajlı duruma getirmektedir. Bununla birlikte, SSA'da etkinsizlik terimi için dağılım şeklinin belirlenmesi gerekliliği ve üretim fonksiyonu için fonksiyonel bir form belirlenmesi gerekliliği uygulanabilirlik kolaylığı açısından VZA'nın daha avantajlı olduğunu göstermektedir (Coelli vd., 2005: 312). Üretim biriminin elinde olmayan rastgele etkiler ile teknik etkinliğin birbirinden ayrılarak teknik etkinliğin belirlenmesini sağlaması nedeniyle bu çalışmada stokastik sınır analizi uygulanmıştır.

Çalışmanın bu kısmındaki amaç örneklemde bulunan firmaların etkinlik skorlarının hesaplanmasıdır. Bunun için üretimi en iyi ifade edecek girdi ve çıktı değişkenlerinin seçilmesi gerekmektedir. Yapılacak ölçümün sağlıklı olması için karar verme birimlerine göre girdi ve çıktıların anlamlı olması gerekmektedir. Ayrıca, seçilecek girdi ve çıktı değişkenlerinin ulaşılabilir veriler olması gerekmektedir. Sanayi firmaları fazla ve farklı ürünler ürettiklerinden üretim sayısını temel almak anlamlı olmayacaktır. Bu nedenle çıktı olarak seçilecek değişkenin üretimi temsil edecek bir değişken olması istenmiş, sonuç olarak Ulucan (2002), Ertuğrul ve Işık (2008), Kayalı (2009) ve Castiglione ve Infante (2014) gibi satışların çıktıyı temsil edebilecek bir unsur olduğu düşünülerek satış gelirleri çıktı olarak seçilmiştir. Firmaların teknik etkinlik düzeyini belirlemek için girdi olarak ise, satış gelirlerini elde etmede etkili oldukları düşünülen satışların maliyeti, faaliyet giderleri ve özsermaye değişkenleri seçilmiştir.

Satışların maliyeti; işletmenin üretip sattığı mamüllerin, satılan ticari malların, işletmenin ürettiği hizmetlerin ve diğer satışların maliyetinden oluşmaktadır. Faaliyet giderleri ise satışların maliyetine dahil edilmeyen araştırma ve geliştirme giderleri, pazarlama, satış ve dağıtım giderleri ve genel yönetim giderlerini içermektedir

(Sevilengül, 2005: 697-700). Tüm bu giderlerin, çıktı olarak seçilen satış gelirlerine ulaşmak için firmaya girdi olan unsurların maliyeti olduğu düşünüldüğünden üretim sürecinde kullanılan girdilerin bir kısmını temsil etmesi için satışların maliyeti ve faaliyet giderleri seçilmiştir. Sevilengül (2005) özsermayenin işletmeye sermaye olarak konulan değerler ile işletme çalışmaları sonucu sağlanan ve işletme bünyesinde bulunan dönem karı/zararı, önceki dönem karları/zararları ve yedekler ile sermaye yedekleri gibi kalemlerden oluşmakta olduğunu ve net varlıklardan borçların düşülmesi sonucunda da bulunabildiğini belirtmiştir. Yani özsermaye firmanın varlıklarının borçları haricinde kalan kısmını göstermekte, ödenmiş sermayeyi içermekte ve karlılıktan da doğrudan etkilenmektedir. Bu sebeplerle özsermaye bir diğer girdi olarak analize dahil edilmiştir. Girdi olarak seçilen söz konusu değişkenlerin biri veya daha fazlası Ulucan (2002), Bakırcı (2006), Bayyurt ve Sagbansua (2007), Ertuğrul ve Işık (2008), Kayalı (2009), Aygören ve Yeşilyurt (2011), Akyüz vd. (2013), Jarboui vd. (2014) ve Özdağoğlu (2015) tarafından girdi olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ile bu değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Etkinlik modeli çıktı ve girdilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Satış Gelirleri	1.002.387.118	3.176.582.155	3.383.068	47.099.089.000
Satışların Maliyeti	836.353.178	2.920.912.936	3.103.279	45.101.719.000
Faaliyet Giderleri	95.682.033	245.867.293	1.018.357	3.258.845.000
Özsermaye	431.819.248	889.339.208	2.081.220	9.571.651.000

Coelli'ye (1996) göre, Battese ve Coelli (1995) spesifikasyonu ve Battese ve Coelli (1992) spesifikasyonu birbirlerinin bir özel durumu olmadığından bu iki model iç içe değildir. Bu sebepten bu iki modeli birbiriyle karşılaştırıp test etmek için bir sınırlama belirlenememektedir. Analizdeki firmaların sanayi sektöründe bulunmalarına rağmen alt sektörlerde farklılaşmaları nedeniyle etkinsizliklerini etkileyen firmaya özgü değişkenlerin birbirlerine göre yüksek oranda farklılaştığı düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada firmaların etkinlik skorlarına göre sıralamasına ihtiyaç duyulduğundan etkinsizliği etkileyen faktörlerin tespitinden ziyade etkinlik skorlarının hesaplanması önem arz etmektedir. Bu sebeple bu çalışmada, etkinsizliği etkileyen faktörlerin bulunduğu Battese ve Coelli (1995) spesifikasyonu kullanılmamıştır.

Uygulamada 10 yıllık panel veri için stokastik sınır analizi modellerinden hata bileşenleri modeli kullanılmıştır. Battese ve Coelli (1992) modelin ve firmaların teknik etkinliklerinin tahmincilerinin parametrelerinin maksimum olabilirlik tahminlerinin Tim Coelli tarafından yazılan FRONTIER programı ile yaklaşık olarak tahmin edilebileceğini belirtmiştir. Bu sebeple modelden tahmin edilen parametreler, en çok olabilirlik kestirimleri, gamma değerleri, olabilirlik oranı değerleri ve firmalara ait teknik etkinlik değerleri FRONTIER 4.1 yazılımı ile hesaplanmıştır. Söz konusu yazılım, çok çeşitli stokastik sınır üretim ve maliyet fonksiyonlarının en çok olabilirlik tahminleri sağlamak için Tim Coelli tarafından Fortran dili kullanılarak yazılmış bir bilgisayar programıdır. Program internette ücretsiz olarak sunulmaktadır. Bu durumda bu çalışma için Radam vd. (2010) çalışmasına benzer şekilde Battese ve Coelli (1992) spesifikasyonunda sunulan hata bileşenleri modeli temel alınmış, fonksiyonel biçim olarak ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonu modeli aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

$$ln(SAT_{it}) = \beta_0 + \beta_1 ln(SMM_{it}) + \beta_2 ln(FG_{it}) + \beta_3 ln(OZS_{it}) + v_{it} - u_{it}, \qquad (3.9)$$

$i = 1, 2, \dots, 109; t = 1, 2, \dots, 10$

SAT: Satış gelirlerini ifade etmektedir.

SMM: Satılan malın maliyetini ifade etmektedir.

FG: Faaliyet giderlerini ifade etmektedir.

OZS: Özsermayeyi ifade etmektedir.

v_{it}: u_{it}'den bağımsız ve iid $N(0,\sigma_V^2)$olduğu varsayılan tesadüfi değişkenler

u_{it}: Üretimdeki teknik etkinsizliği gösterdiği farz edilen, $N(\mu,\sigma_U^2)$ dağılımının sıfırda kesilmiş, birbirinden bağımsız ve olasılık dağılımları aynı olduğu varsayılan ve negatif olmayan tesadüfi değişkenlerdir.

$U_{it} = (U_i exp(-\eta(t-T)))$ şeklinde hesaplanır.

η: Bilinmeyen ve hesaplanacak olan bir parametredir.

Yukarıdaki denklemle tanımlanan stokastik sınır modeli, dört adet β parametresi ve bunun yanında v_{it} ve u_{it} tesadüfi değişkenleri ile alakalı dört adet parametre içermektedir.

Bununla birlikte teknik etkinsizliği ifade eden u_i'nin nasıl bir dağılıma sahip olduğunun ve model yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için Battese ve Coelli (1992) çalışmasına benzer şekilde aşağıdaki modeller için hipotez testleri uygulanmıştır.

Model 1.0 hesaplanacak bütün parametreleri içermektedir;
Model 1.1 $\mu = 0$ olduğunu varsaymaktadır;
Model 1.2 $\eta = 0$ olduğunu varsaymaktadır;
Model 1.3 $\mu = \eta = 0$ olduğunu varsaymaktadır;

Model 1.0 firma etkisi olan U_{it}'nin zamanla değişen bir yapıya sahip olduğu stokastik sınır üretim fonksiyonudur. Model 1.1 ise Model 1.0'ın özel bir durumu olup, bu modelde U_i'ler yarı-normal dağılıma sahiptir. Yani bu model için μ'nün sıfır olduğu kabul edilir. Model 1.2 zamanla değişmeyen yapıya sahiptir. Model 1.3 firma etkileri U_i'lerin yarı-normal dağılıma sahip olduğu zamanla değişmez yapıda bir modeldir (Battese ve Coelli, 1992: 158).

Modellerin Frontier 4.1 programı ile elde edilen maksimum olabilirlik hesaplamaları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Modellerin maksimum olabilirlik hesaplamaları[7]

Değişken	Parametre	Model 1.0	Model 1.1	Model 1.2	Model 1.3
Sabit	β_0	-0,206 (0,112)	-0,446 (0,125)	0,331 (0,109)	0,205 (0,119)
ln(SAT)	β_1	0,873 (0,011)	0,883 (0,010)	0,872 (0,009)	0,873 (0,010)
ln(FG)	β_2	0,134 (0,011)	0,129 (0,011)	0,121 (0,011)	0,121 (0,011)
ln(OZS)	β_3	0,049 (0,008)	0,057 (0,008)	0,034 (0,008)	0,039 (0,008)
	σ^2	0,030 (0,002)	0,178 (0,027)	0,028 (0,002)	0,130 (0,021)
	γ	0,803 (0,016)	0,960 (0,007)	0,770 (0,016)	0,941 (0,010)
	μ	0,311 (0,038)	-	0,294 (0,029)	-
	η	-0,025 (0,004)	-0,022 (0,003)	-	-
log likelihood		954,472	930,664	940,863	903,689

U_{it} değişkeninin dağılımına ait parametrelere ilişkin hipotez testleri "likelihood ratio test" (Olabilirlik oran testi) kullanılarak uygulanmıştır. Test istatistiği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LR = -2[\ln L(H0) - \ln L(H1)] \tag{3.10}$$

Farklı dağılımlardan hangisinin kullanılacağı, kısıtlanmamış model karşısında diğer modellerin sıfır hipotezinde yer alması suretiyle yapılan olabilirlik oran (LR) testi sonuçlarına göre belirlenmiştir. Farklı dağılım varsayımlarına göre oluşturulan hipotezler Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Model 1.0 karşısında diğer modeller

[7] Tablodaki parametre hesaplayıcılarının standart hataları parantez içinde gösterilmiştir.

reddedilmiştir. Dolayısıyla kesikli-normal modelin kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dikkate alınması gereken bir diğer nokta ise bazı araştırmacıların yarı-normal ve üstel dağılımların modlarının sıfır olması nedeniyle bu dağılımlardan kaçınmalarıdır. Dağılımın modu sıfır olması etkinsizlik etkilerinin çoğunlukla sıfır civarında olması ve teknik etkinlik ölçümlerinin bir civarında olması anlamına gelmektedir. Ayrıca, eğer u_i ve v_i'nin olasılık dağılım fonksiyonları benzer şekillerde olursa etkinsizlik etkilerini istatistiksel gürültüden ayırt etmek daha zor olacaktır (Coelli vd., 2005: 252). Bu sebeplerle çalışmada kesikli-normal model kullanılmıştır.

Tablo 3.3. U_{it} dağılımına ait parametrelere ilişkin hipotez testleri

Varsayımlar	Sıfır Hipotezi H_0	Test istatistiği	$X^2_{0,95}$ değeri	Karar
Model 1.0	$\mu = \eta = 0$	101,5653	5,991	H_0 red
Model 1.0	$\mu = 0$	47,61536	3,841	H_0 red
Model 1.0	$\eta = 0$	27,21694	3,841	H_0 red

Fonksiyonel kalıbı belirlemek için Cobb-Douglas (CD) üretim fonksiyonu, teknolojik değişmenin olduğu Cobb-Douglas (CDt) üretim fonksiyonu, teknolojik değişmenin olmadığı Hicks üretim fonksiyonu (HN), Hicks-nötr üretim fonksiyonu (HNt) ve translog üretim fonksiyonu arasından hipotez testleri uygulayarak seçim yapılabilmektedir (Aygören ve Yeşilyurt, 2011: 173, Akan ve Çalmaşur, 2011: 21). En geniş form olan translog üretim fonksiyonunun formülü aşağıdaki şekildedir.

$$\ln SAT = \beta_0 + \beta_1 \ln SMM + \beta_2 \ln FG + \beta_3 \ln OZS + \beta_4 t + 0{,}5[\beta_{11}\ln(SMM)^2 + \beta_{22}(\ln FG)^2 + \beta_{33}(\ln OZS)^2 + \beta_{44}t^2] + \beta_{12}(\ln SMM)(\ln FG) + \beta_{13}(\ln SMM)(\ln OZS) + \beta_{14}(\ln SMM)t + \beta_{23}(\ln FG)(\ln OZS) + \beta_{24}(\ln FG)t + \beta_{34}(\ln OZS)t \quad (3.11)$$

Her bir fonksiyonel kalıp için oluşturulan stokastik üretim sınırı tahmin sonuçları ekte sunulmuştur. Bu çalışmada kullanılan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun sıfır hipotezi, diğer fonksiyonların ise alternatif hipotez olarak kabul edildiği durumlar için yapılan hipotez testlerinde olabilirlik oran testi kullanılmış olup, testlerde Kodde ve Palm (1986) tarafından ortaya konulan dağılım tablosundaki kritik değerler kullanılmıştır. Hipotez testi sonuçları Tablo 3.4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Hipotez testleri

H_0 Hipotezi	H_1 Hipotezi	Log-likelihood	Test İstatistiği	Kritik Değer	Karar
CD Üretim fonksiyonu (bütün $\beta_{ij}=0$ ve $\beta_4=0$)	CD_t (Bütün $\beta_{ij}=0$)	952,15	-4,64562	2,706	H_0 Reddedilemez
CD Üretim fonksiyonu (bütün $\beta_{ij}=0$ ve $\beta_4=0$)	HN ($\beta_{14}=\beta_{24}=\beta_{34}=\beta_{44}=\beta_4$)	864,87	-179,19312	11,911	H_0 Reddedilemez
CD Üretim fonksiyonu (bütün $\beta_{ij}=0$ ve $\beta_4=0$)	HN_t ($\beta_{14}=\beta_{24}=\beta_{34}$)	872,65	-163,64904	14,853	H_0 Reddedilemez
CD Üretim fonksiyonu (bütün $\beta_{ij}=0$ ve $\beta_4=0$)	Translog	883,92	-141,09506	19,045	H_0 Reddedilemez

Tabloda, yöntemlere göre elde edilen log-likelihood değerleri, bu değerlere göre elde edilen test istatistikleri ve Kodde and Palm (1986) tarafından oluşturulan dağılım tablosundaki kritik değerler yer almaktadır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu ifade eden sıfır hipotezi diğer fonksiyonları içeren alternatif hipotezler karşısında reddedilememiştir. Bu sebeple çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanılmştır. Sonuç olarak etkinlik skorlarının hesaplanmasında kullanılan modelin tahmini aşağıdaki şekildedir.

$$ln(SAT_{it}) = -0{,}206 + 0{,}873ln(SMM_{it}) + 0{,}134ln(FG_{it}) + 0{,}049ln(OZS_{it}) \quad (3.12)$$

Değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde çıktı değişkeni ile girdi değişkenleri arasında pozitif yönlü ilişki olduğu görülmüştür. Modelde teknik etkinsizlik varlığına ilişkin test yapmak için Coelli vd. (2005) tarafından önerildiği şekilde "Likelihood Ratio (LR) Test" kullanılmıştır. Bu durumda eğer LR test istatistiği, 0,05 anlamlılık düzeyinde 3 kısıtlamalı Kodde Palm (1986) tablo değeri olan 7,045'i geçiyorsa sıfır hipotezi H_0: $\gamma = 0$, reddedilmelidir. Test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$LR = -2[670{,}05 - 954{,}47)\ ] = 568{,}84 \quad (3.13)$$

Hesaplanan LR değeri 7,045 değerinden büyük olduğu için H_0 reddedilir. Sonuç olarak modelde istatistiksel olarak anlamlı bir teknik etkinsizlik bulunmaktadır. Modelin gamma değeri ($\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$) 0,803'tür. Bu değere göre birleşik hata terimindeki varyansın büyük bölümü etkinsizlik bileşeninden kaynaklanmaktadır. Yani birleşik hata teriminin varyansının %80,3'ü etkinsizlik bileşeni U_i'den geri kalan %29,7'si V_i'den

kaynaklanmaktadır. Ayrıca, hesaplanan η parametresi 0,05 anlamlılık seviyesinde anlamlı olup, negatiftir. Bu durum firmaların etkinlik skorlarının yıllar içinde azaldığını göstermektedir.

Firmaların 2004-2013 yıllarına ait teknik etkinlik skorları ekte sunulmuş olup, skorların 10 yıllık ortalamaları ve bu ortalamalara göre oluşturulmuş firma sıralaması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Firmaların ortalama etkinlik skorları ve sıralamaları

Hisse Kodu	Firma	Ortalama Skor	Sıralama
KOZAA	Koza Madencilik	0,9923	1
IPEKE	İpek Doğal Enerji	0,9911	2
PRKME	Park Elek. Madencilik	0,976	3
MRDIN	Mardin Çimento	0,9712	4
ADEL	Adel Kalemcilik	0,9678	5
UNYEC	Ünye Çimento	0,9126	6
FMIZP	F-M İzmit Piston	0,8713	7
PINSU	Pınar Su	0,8148	8
KNFRT	Konfrut Gıda	0,7991	9
BOLUC	Bolu Çimento	0,7942	10
HEKTS	Hektaş	0,7898	11
DERIM	Derimod	0,7849	12
CIMSA	Çimsa	0,7846	13
KONYA	Konya Çimento	0,7809	14
GOLTS	Göltaş Çimento	0,7689	15
DURDO	Duran Doğan Basım	0,7670	16
AEFES	Anadolu Efes	0,7634	17
GENTS	Gentaş	0,7611	18
IZOCM	İzocam	0,7593	19
USAK	Uşak Seramik	0,7547	20
AKCNS	Akçansa	0,7542	21
DEVA	Deva Holding	0,7536	22
YATAS	Yataş	0,7462	23
DESA	Desa Deri	0,7447	24
TTRAK	Türk Traktör	0,7431	25
SILVR	Silverline Endüstri	0,7395	26
MRSHL	Marshall	0,7380	27
EGEEN	Ege Endüstri	0,7364	28
MNDRS	Menderes Tekstil	0,7351	29
ALKIM	Alkim Kimya	0,7348	30
VKING	Viking Kağıt	0,7328	31
BFREN	Bosch Fren Sistemleri	0,7327	32

Tablo 3.5. (Devamı)

Hisse Kodu	Firma	Ortalama Skor	Sıralama
BURCE	Burçelik	0,7285	33
AFYON	Afyon Çimento	0,7271	34
KLMSN	Klimasan Klima	0,7266	35
ASLAN	Aslan Çimento	0,7264	36
MERKO	Merko Gıda	0,7258	37
KUTPO	Kütahya Porselen	0,7256	38
GUBRF	Gübre Fabrik.	0,7236	39
YUNSA	Yünsa	0,7234	40
ERBOS	Erbosan	0,7230	41
KARTN	Kartonsan	0,7228	42
DYOBY	Dyo Boya	0,7212	43
BAGFS	Bagfaş	0,7202	44
SARKY	Sarkuysan	0,7181	45
CELHA	Çelik Halat	0,7178	46
EGSER	Ege Seramik	0,7166	47
BAKAB	Bak Ambalaj	0,7158	48
BSOKE	Batısöke Çimento	0,7146	49
IZMDC	İzmir Demir Çelik	0,7131	50
DMSAS	Demisaş Döküm	0,7131	51
PARSN	Parsan	0,7124	52
PIMAS	Pimaş	0,7122	53
GEREL	Gersan Elektrik	0,7119	54
NUHCM	Nuh Çimento	0,7101	55
CEMTS	Çemtaş	0,7085	56
DITAS	Ditaş Doğan	0,7059	57
ERSU	Ersu Gıda	0,7058	58
ALKA	Alkim Kağıt	0,7053	59
EGGUB	Ege Gübre	0,7048	60
DENCM	Denizli Cam	0,7023	61
HURGZ	Hürriyet Gzt.	0,7022	62
ALYAG	Altınyağ	0,7022	63
CMBTN	Çimbeton	0,7006	64
OTKAR	Otokar	0,6964	65
BUCIM	Bursa Çimento	0,6932	66
SKTAS	Söktaş	0,6853	67
PETUN	Pınar Et Ve Un	0,6842	68
TRKCM	Trakya Cam	0,6833	69
BTCIM	Batı Çimento	0,6799	70
CCOLA	Coca Cola İçecek	0,6766	71
PENGD	Penguen Gıda	0,6748	72
ALCAR	Alarko Carrier	0,6741	73
TUDDF	T. Demir Döküm	0,6732	74
VESBE	Vestel Beyaz Eşya	0,6721	75
CMENT	Çimentaş	0,6703	76
IHEVA	İhlas Ev Aletleri	0,6667	77
PNSUT	Pınar Süt	0,6651	78

Tablo 3.5. (Devamı)

Hisse Kodu	Firma	Ortalama Skor	Sıralama
COMDO	Componenta Dökümcülük	0,6651	79
OLMIP	Olmuksan-IP	0,6620	80
BANVT	Banvit	0,6613	81
KRSTL	Kristal Kola	0,6602	82
PRKAB	Türk Prysmian Kablo	0,6598	83
TIRE	Mondi Tire Kutsan	0,6588	84
BRISA	Brisa	0,6575	85
ANACM	Anadolu Cam	0,6568	86
ASUZU	Anadolu Isuzu	0,6532	87
SODA	Soda Sanayii	0,6520	88
TATGD	Tat Gıda	0,6510	89
BOSSA	Bossa	0,6462	90
KARSN	Karsan Otomotiv	0,6462	91
TUKAS	Tukaş	0,6459	92
GOODY	Good-Year	0,6442	93
BRSAN	Borusan Mannesmann	0,6436	94
EREGL	Ereğli Demir Çelik	0,6421	95
KORDS	Kordsa Global	0,6380	96
AKSA	Aksa	0,6342	97
TUPRS	Tüpraş	0,6321	98
FROTO	Ford Otosan	0,6238	99
ARSAN	Arsan Tekstil	0,6220	100
SASA	Sasa Polyester	0,6215	101
ATEKS	Akın Tekstil	0,6182	102
ULKER	Ülker Bisküvi	0,6164	103
PETKM	Petkim	0,6157	104
ARCLK	Arçelik	0,6056	105
TOASO	Tofaş Oto. Fab.	0,6013	106
AYGAZ	Aygaz	0,5985	107
VESTL	Vestel	0,5895	108
TRCAS	Turcas Petrol	0,5246	109

Sektör etkinliği o sektörde bulunan firmaların etkinliklerinin ortalaması alınarak bulunmaktadır. Yani sektör etkinliği örneklemde bulunan firmaların tahmin edilen etkinliklerinin ortalamaları alınarak bulunabilir (Coelli vd., 2005: 255). Bu durumda örnekleme dahil edilen firmaların sanayi sektörünü temsil ettiği farz edilirse, bu firmaların yıllara göre ortalama etkinlik skorları sektör etkinliğini tahmin etmede kullanılabilecektir. Sektör etkinliğine ilişkin tahmini veren ortalama etkinlik skorları Tablo 3.6'da gösterilmiştir. Verilere göre sektörün etkinliği 10 yıl içinde yaklaşık 0,0533 puanlık bir düşüş göstermiştir.

Tablo 3.6. Yıllara göre sektörün etkinliği

Yıllar	Sektör Etkinliği
2004	0,7392
2005	0,7336
2006	0,7280
2007	0,7222
2008	0,7164
2009	0,7105
2010	0,7045
2011	0,6984
2012	0,6922
2013	0,6859

3.3.3. Portföylerin Oluşturulması ve Portföy Getirilerinin Hesaplanması

Fama ve French (1993, 1996) firma büyüklüğü ve DD/PD oranı faktörlerini portföy oluşturma kriterleri olarak kullanarak söz konusu faktörlerin portföy getirisi üzerindeki etkisini incelemiştir. Chan ve Faff (2005) ise, likiditenin varlık fiyatlama üzerindeki rolünü incelemek için hazırladıkları modelde Fama-French üç faktör modeline ek olarak likidite faktörünü eklemişler ve bağımlı değişken olan portföyleri firma büyüklüğü, DD/PD oranı ve likidite oranlarına göre oluşturmuşlardır. Görüldüğü üzere etkisini inceledikleri faktörü Fama-French üç faktör modeline dahil edip, portföy oluşturma aşamasında eklenen faktöre göre işlem yapmışlardır. Bu çalışmada ise etkinlik skorlarının portföy getirisi üzerindeki etkisi incelenmek istendiğinden Chan ve Faff'ın (2005) likiditeyi kullanarak uyguladığı portföy oluşturma yöntemi, likidite yerine etkinlik skorları kullanılarak uygulanmıştır.

Çalışmada varlıkların fiyatlaması incelendiği için varlıkların fiyatlamasında rol oynayan yatırımcıların değişkenlere ilişkin verilere sahip oldukları ve buna göre tepki verdikleri düşünülmektedir. Bu nedenle yatırımcıların portföy oluşturma tarihinde ilgili muhasebe verilerini bilmeleri gerekmektedir. Muhasebe verilerinin açıklayacakları getirilerden önce bilinmesinden emin olmak için t-1 yılının yılsonu muhasebe verileri t yılının Temmuz ayından t+1 yılının Haziran ayına kadar olan getiriler ile eşleşmesi gerekmektedir (Fama ve French, 1992: 429). Yani yatırımcıların muhasebe verilerini öğrenip buna göre tepki vermelerinin Temmuz ayını bulacağı düşüncesi vurgulanmaktadır. Bu nedenle portföyler her t yılının Haziran ayında yeniden oluşturulmuştur. Portöylere ait getiriler portföylere dahil olan hisse senetlerinin eşit

ağırlıklı getirileri alınarak hesaplanmıştır. Getiriler aylık olup 2005 yılı Temmuz ayından 2015 yılı Haziran ayına kadar hesaplanmıştır.

Firma büyüklüğüne göre portföy oluşturma aşamasında Fama ve French'in (1993, 1996) uyguladığı yönteme benzer bir yöntem izlenmiştir. Firma büyüklüğü için firmaların piyasa değerleri kullanılmıştır. Piyasa değeri, şirketin dolanımdaki hisse senedi sayısı ile hisse fiyatının çarpımı ile ulaşılan bir kavramdır. Portföyler Haziran ayında oluşturulduğu için hisse senetlerinin piyasa değeri olarak her yıl için Haziran ayı piyasa değerleri alınmıştır. Hisse senetleri Haziran ayı piyasa değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanıp, piyasa değeri medyan değere eşit veya altında olan hisse senetleri küçük (S) portföy grubuna dahil edilmiş, piyasa değeri medyan değerin üzerinde olan hisse senetleri büyük (B) portföy grubuna dahil edilmiştir.

Defter değeri/Piyasa değeri (DD/PD) oranına göre portföy oluşturulması aşamasında her şirket için t-1 yılının özsermayesinin t-1 yılının piyasa değerine bölünmesiyle elde edilen DD/PD oranları, t yılının Temmuz ayından başlayıp t+1 yılının Haziran ayına kadar devam eden dönem için portföylerin oluşturulmasında kullanılmıştır. Tüm hisse senetleri ait oldukları şirketlerin t-1 yılı DD/PD oranlarına göre küçükten büyüğe sıralanıp DD/PD oranı medyan değerin altında olan hisse senetleri düşük (L) portföy grubuna dahil edilmiş, DD/PD oranı medyan değere eşit veya üzerinde olan hisse senetleri yüksek (H) portföy grubuna dahil edilmiştir.

Etkinlik skorlarına göre oluşturulan portföylerde ise DD/PD oranına göre oluşturulan portföylerdeki yöntem uygulanmıştır. Çünkü etkinlik skorlarının hesaplanmasında kullanılan veriler yılsonu muhasebe verileri olup, nasıl ki t-1 yılının Aralık ayı sonu DD/PD verilerinin fiyatlamaya yansımasının t yılının Haziran ayını bulduğu varsayıldıysa, t-1 yılı yılsonu verilerinden elde edilen etkinlik skorlarının da yatırımcılar tarafından dikkate alınmasının t yılı Haziran ayını bulduğu varsayılmıştır. Bu sebeple tüm hisse senetleri t-1 yılı etkinlik skorlarına göre sıralanıp, etkinlik skorları medyan değerin altında olan hisse senetleri etkinliği düşük (I) portföy grubuna dahil edilmiş, etkinlik skorları medyan değere eşit veya daha yüksek olan hisse senetleri ise etkinliği yüksek (E) portföy grubuna dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilere ait bazı bilgiler Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Örnekleme ilişkin bilgiler[8]

Yıllar	Firma Sayısı	Ortalama Firma Büyüklüğü	Firma Büyüklüğü Medyan Değeri	Ortalama DD/PD Oranı	DD/PD Oranı Medyan Değeri	Ortalama Etkinlik Skoru	Etkinlik Skoru Medyan Değeri
2005	106	355.568.042	94.500.000	1,11	1,01	0,74	0,74
2006	106	463.121.115	137.595.150	0,77	0,68	0,73	0,73
2007	109	628.134.510	187.000.000	0,88	0,76	0,73	0,73
2008	109	525.698.196	152.546.099	0,82	0,73	0,72	0,72
2009	109	420.715.554	135.987.500	1,85	1,65	0,72	0,71
2010	109	660.817.143	244.842.750	1,06	0,99	0,71	0,71
2011	109	976.097.419	394.200.000	0,77	0,68	0,70	0,70
2012	109	905.497.118	268.212.000	0,82	0,77	0,70	0,69
2013	109	1.281.540.328	363.000.000	0,84	0,75	0,69	0,69
2014	109	1.278.526.294	300.000.000	0,82	0,69	0,69	0,68
Ortalama	**108**	**749.571.572**	**227.788.350**	**0,97**	**0,87**	**0,71**	**0,71**

Fama ve French (1993) hisse senetlerini DD/PD oranlarına göre sıralayarak en yüksek DD/PD oranlı %30, orta seviyede DD/PD oranlı %40 ve en düşük DD/PD oranlı %30 şeklinde üç gruba ayırmasına rağmen bu bölünmelerin keyfi olduğunu ve alternatifleri araştırmadıklarını belirtmişlerdir. Chan ve Faff (2005) ise, likidite faktörünü Fama-French üç faktör modeline ekledikleri çalışmalarında, faktör oluşturma aşamasında hisse senetlerini, firma büyüklüğüne göre büyük ve küçük olmak üzere %50-%50 şeklinde iki gruba ayırmış; DD/PD oranına göre %30-%40-%30 şeklinde üç gruba ayırmış ve likiditelerine göre %30-%40-%30 şeklinde üç gruba ayırmıştır. Daha sonra 18 adet (2x3x3) kesişim portföyü oluşturmuştur. Ammann ve Steiner (2008) büyüklük (Piyasa değeri), değer (DD/PD oranı) ve momentumu kullandığı çalışmasında 3x3x3 şeklinde 27 portföy yerine, 2x2x2 şeklinde 8 portföy oluşturmuştur. Buna sebep olarak ise İsviçre'deki hisse senedi sayısı 27 adet portföy oluşturmak için çok az olduğundan, 3x3x3 şeklinde portföy oluşturulması durumunda bazı portföylerin boş kaldığını ve bu gruplamanın faktör oluştururken sadece en üst ve en alt grubu dahil etmesi nedeniyle tüm hisselerin portföylere dahil edilememesini göstermiştir. Bu çalışmada da benzer kısıtlarla karşılaşılmış, çalışmaya konu olan firma sayısı düşük olduğu için, hisseler benzer şekilde gruplandırılarak (Likidite yerine etkinlik skorları kullanılarak) 2x3x3 şeklinde 18 kesişim portföyü ya da 3x3x3 şeklinde 27 kesişim portföyü oluşturulduğunda bazı yıllarda bazı portföylerin boş kaldığı görülmüştür. Bu

[8] Tablodaki yıllar portföylerin oluşturulduğu yılı ifade etmektedir. Dolayısıyla, DD/PD oranı ve etkinlik skoruna ile ilgili bilgiler belirtilen yıldan önceki yılsonu verileridir. Firma büyüklüğü ile ilgili veriler ise belirtilen yılın Haziran ayına ait verilerdir. Bu veriler belirtilen yıldaki portföylerin oluşturulmasında kullanılmıştır.

nedenle bu çalışmada Ammann ve Steiner'in (2008) yaptığı gibi 2x2x2 şeklinde 8 kesişim portföyü oluşturulmuştur. Kesişim portföyleri olarak Ammann ve Steiner'in (2008) metodolojilerinden esinlenerek her yıl için firma büyüklüğü ile ilişkili iki grup, DD/PD oranı ile ilişkili iki grup ve etkinlik skorları ile ilişkili iki grubun kesişiminden oluşan sekiz portföy oluşturulmuştur. Söz konusu kesişim portföyleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

SHE: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından küçük, yüksek DD/PD oranına sahip ve etkinliği yüksek firmalar bulunmaktadır.

SHI: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından küçük, yüksek DD/PD oranına sahip ve etkinliği düşük firmalar bulunmaktadır.

SLE: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından küçük, düşük DD/PD oranına sahip ve etkinliği yüksek firmalar bulunmaktadır.

SLI: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından küçük, düşük DD/PD oranına sahip ve etkinliği düşük firmalar bulunmaktadır.

BHE: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından büyük, yüksek DD/PD oranına sahip ve etkinliği yüksek firmalar bulunmaktadır.

BHI: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından büyük, yüksek DD/PD oranına sahip ve etkinliği düşük firmalar bulunmaktadır.

BLE: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından büyük, düşük DD/PD oranına sahip ve etkinliği yüksek firmalar bulunmaktadır.

BLI: Bu portföyde firma büyüklüğü açısından büyük, düşük DD/PD oranına sahip ve etkinliği düşük firmalar bulunmaktadır.

Kesişim portföylerinin getirileri eşit ağırlıklı olarak hesaplanmıştır. Sekiz adet kesişim portföyünün her t yılı Temmuz ayından t+1 yılı Haziran ayına kadar (Haziran ayı dahil) hesaplanmış, her t+1 yılı Haziran ayında portföyler yeniden oluşturulmuştur.

Getirilerin hesaplanmasının t yılının Temmuz ayında başlamasının nedeni t-1 yılı defter değerinin bilindiğinden emin olmak içindir (Fama ve French, 1995: 134). Tablo 3.8'e göre ortalama getirisi en fazla olan kesişim portföyü SLE portföyüdür. Ortalama getirisi en düşük olan kesişim portföyü ise SLI portföyüdür. Standart sapması en yüksek olan portföy SLE portföyü iken en düşük olan portföy BLI portföyüdür.

Tablo 3.8. Kesişim portföyleri getirilerine ilişkin veriler

	SHE	SHI	SLE	SLI	BHE	BHI	BLE	BLI
Ortalama	2,66%	2,13%	2,74%	1,35%	2,54%	1,99%	1,68%	1,69%
Medyan	2,21%	3,02%	2,48%	0,38%	2,20%	2,50%	1,93%	2,07%
Maksimum	29,49%	23,62%	90,80%	46,04%	32,40%	22,21%	22,67%	18,82%
Minimum	-26,15%	-24,38%	-26,96%	-30,05%	-27,75%	-24,52%	-29,77%	-28,90%
Standart Sapma	0,0892	0,0865	0,1254	0,1102	0,0957	0,0802	0,0810	0,0786

3.3.4. Faktörlerin Oluşturulması ve Faktör Getirilerinin Hesaplanması

Çoklu regresyon uygulamalarında kullanılacak olan veriler arasında, Fama-French Üç Faktörlü Modelin içerisinde yer alan SMB ve HML portföylerinin getirileri de yer almaktadır. Bu nedenle, Fama ve French (1993,1996) tarafından uygulanan portföy oluşturma yöntemi kullanılarak tüm hisse senetlerinden piyasa değeri ile DD/PD oranı kriterleri temel alınarak SMB ve HML faktörleri oluşturulacaktır. Bu çalışmada bu iki faktöre ek olarak etkinlik skorlarının etkisi de inceleneceği için yeni bir faktör olarak etkinlik skorlarının temel alındığı EMI adı verilen yeni bir faktör oluşturulmuştur.

Portföy getirilerini açıklamak amacıyla 4 adet risk faktörü belirlenmiştir. Bunlar;

RM – RF: Piyasanın risksiz faiz oranı üzerindeki getirisini ifade eden piyasa primidir.

SMB: Piyasa değeri küçük hisselerden oluşan portföyün getirisi ile büyük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden büyüklük primidir.

HML: DD/PD oranı yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden değer primidir.

EMI: Etkinliği yüksek hisselerden oluşan portföyün getirisi ile etkinliği düşük hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farkı ifade eden etkinlik primidir.

Faktörlerin hesaplanması, Ammann ve Steiner'in (2008) momentum faktörünü Fama French üç faktörlü modeline ekleyerek yaptığı çalışmayı etkinlik skorlarının modele eklenmesi şeklinde uyarlanarak, aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$SMB = \frac{(SHE + SHI + SLE + SLI)}{4} - \frac{(BHE + BHI + BLE + BLI)}{4} \quad (3.14)$$

$$HML = \frac{(SHE + SHI + BHE + BHI)}{4} - \frac{(SLE + SLI + BLE + BLI)}{4} \quad (3.15)$$

$$EMI = \frac{(SHE + SLE + BHE + BLE)}{4} - \frac{(SHI + SLI + BHI + BLI)}{4} \quad (3.16)$$

Üç faktörün yerine geçen üç portföy oluşturulmasında, her portföy diğer faktörlerin etkileri kontrol edilerek oluşturulmuştur. Böylece, her portföyün bir faktör açısından bir karşıtı bulunmaktadır. Yani diğer iki faktör açısından özelliği aynı fakat bir faktör açısından karşıt olabilen portföyler oluşturulmuştur. Bu sayede herhangi bir faktör diğer faktörlerin etkisini içermemektedir (Chan ve Faff, 2005: 438). Firma büyüklüğüne göre küçük olan portföyün (S) getirisi SHE, SHI, SLE ve SLI portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. Firma büyüklüğüne göre büyük olan portföyün (B) getirisi BHE, BHI, BLE ve BLI portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. Bu iki portföyün getirileri arasındaki fark ise SMB olarak ifade edilmiştir. DD/PD oranına göre yüksek orana sahip olan portföyün (H) getirisi SHE, SHI, BHE ve BHI portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. DD/PD oranına göre düşük orana sahip olan portföyün (L) getirisi SLE, SLI, BLE ve BLI portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. Bu iki portföyün getirileri arasındaki fark ise HML olarak ifade edilmiştir. Benzer şekilde etkinlik skorlarına göre yüksek skorlara sahip olan portföyün (E) getirisi SHE, SLE, BHE ve BLE portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. Etkinlik skorlarına göre düşük skorlara sahip olan portföyün (I) getirisi SHI, SLI, BHI ve BLI portföylerinin getirileri ortalamasını ifade etmektedir. Bu iki portföyün getirileri arasındaki fark ise EMI olarak ifade edilmiştir.

Oluşturulan bu portföylerin ve faktörlerin getirilerine ilişkin veriler Tablo 3.9'da gösterilmiştir. Ortalama getirisi en fazla olan portföy E ile ifade edilen etkinlik skorlarına göre yüksek skorlara sahip olan portföydür. Ortalama getirisi en düşük olan portföy ise L ile ifade edilen DD/PD oranına göre düşük orana sahip olan portföydür. Portföyler arası farktan oluşan SMB, HML ve EMI faktörlerinden ortalaması en yüksek

olan EMI faktörüdür. Bu durum en fazla farkın etkinliği yüksek (E) ve etkinliği düşük (I) portföyleri arasında olduğunu göstermektedir. Böylece etkin olup olmama durumunun getiri farkına en çok neden olan unsur olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yüksek DD/PD oranına sahip hisselerden oluşan portföyler düşük DD/PD oranına sahip hisselerden oluşan portföylere göre daha fazla getiri elde etmiştir. Bu durum incelenen hisseler için değer priminin bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte tablodaki bulgular firma büyüklüğü açısından incelendiğinde görülmektedir ki, küçük firmalardan oluşan portföyler büyük firmalardan oluşan portföylere göre daha yüksek performans sergilemiştir. Yani incelenen örneklem için büyüklük etkisi bulunmaktadır.

Tablo 3.9. Kesişim portföylerine göre oluşturulmuş portföy ve faktör getirileri

	S	B	SMB	H	L	HML	E	I	EMI
Ortalama	2,22%	1,97%	0,25%	2,33%	1,87%	0,46%	2,41%	1,79%	0,62%
Medyan	2,01%	2,65%	-0,17%	2,29%	2,15%	0,72%	2,33%	1,84%	0,65%
Maksimum	32,74%	17,70%	18,69%	18,66%	34,00%	6,00%	35,73%	23,06%	24,68%
Minimum	-26,51%	-26,36%	-6,96%	-24,33%	-28,54%	-21,22%	-27,66%	-25,21%	-8,60%
Standart Sapma	0,0936	0,0775	0,0413	0,0804	0,0894	0,0329	0,0870	0,0833	0,0342

3.3.5. Modellerin zaman serisi regresyonları

Sekiz adet kesişim portföyü için bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü model, Fama-French üç faktörlü model ve SVFM modelleri kullanılarak zaman serisi regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm modellerde sekiz adet kesişim portföyüne ait getirilerin risksiz faiz oranını aşan kısmı bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Açıklayıcı değişken olarak ise sermaye varlıklarını fiyatlama modeli için pazar portföyünün risksiz faiz oranını aşan kısmı kullanılmıştır. Fama-French üç faktörlü modelde ise pazar portföyünün risksiz faiz oranını aşan kısmı yanında, küçük firmalara ait hisselerden oluşan portföy (S) getirisi ile büyük firmalara ait hisselerden oluşan portföy (B) getirisi arasındaki fark olan SMB faktörü getirisi ve yüksek DD/PD oranına sahip firmalara ait hisselerden oluşan portföy (H) getirisi ile düşük DD/PD oranına sahip firmalara ait hisselerden oluşan portföy (S) getirisi arasındaki fark olan HML faktör getirisi açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü model regresyonunda Fama-French üç faktörlü modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere ek olarak etkinliği yüksek firmalara ait hisselerden oluşan portföy (E) getirisi ile etkinliği düşük firmalara ait hisselerden oluşan portföy (I) getirisi arasındaki fark olan EMI faktörü kullanılmıştır. Zaman serisi regresyon analizinde portföy

getirileri olarak 2005 yılının Temmuz ayından 2015 yılının Haziran ayına kadar olan dönemi kapsayan 120 aylık getiriler alınmıştır. Regresyon analizleri Eviews programı kullanılarak yapılmıştır. Regresyon sonuçları çalışmanın "3.4. Bulgular" başlığı altında analiz edilmiştir.

3.3.6. GRS F-testi

Black vd. (1972) modelde kesişim katsayısının sıfırdan farklı olduğu hipotezi eğer reddedilemiyorsa, modelin verilerle uyumlu olmadığı sonucuna ulaşılacağını belirtmiştir. Merton'a (1973) göre iyi belirlenmiş bir varlık fiyatlandırma modeli sıfırdan ayırt edilemez kesişim katsayıları oluşturacaktır (Fama ve French, 1993: 5)

Çalışmaya konu modellerdeki kesişim katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı olup olmadıklarını test etmek için analizde Gibbons, Ross ve Shanken (1989) tarafından geliştirilen GRS F-testi kullanılmıştır. GRS F-testi ile N adet zaman serisi denklemiyle tahmin edilen tüm kesişim katsayılarının sıfırdan farklı olup olmadığına dair sıfır hipotezi test edilebilmektedir. (Gökgöz, 2008: 50).

GRS F istatistiği modellerin ampirik olarak verilere uygunluğunu incelemek ve $\alpha_i = 0, \forall_i$ hipotezini test etmek için kullanılmaktadır. Test istatistiği aşağıdaki şekildedir (Shaker ve Elgiziry, 2014: 27).

$$GRS = \left(\frac{T}{N}\right)\left(\frac{T-N-L}{T-L-1}\right)\left[\frac{\hat{\alpha}\hat{\sum}^{-1}\hat{\alpha}}{1+\bar{\mu}\hat{\Omega}^{-1}\bar{\mu}}\right] \sim F(N, T-N-L) \qquad (3.17)$$

$\hat{\alpha}$ = Hesaplanan kesişim katsayısının N x 1 boyutlu vektörü

$\hat{\Sigma}$ =Hata terimleri yansız kovaryans matrisi

$\bar{\mu}$ = Faktör portföyleri örneklem ortalamalarının L x 1 boyutlu vektörü

$\hat{\Omega}$ = Faktör portföyleri kovaryans matrisinin yansız tahmini

T = Gözlem sayısı

N = Regresyon sayısı

L = Regresyondaki açıklayıcı faktör sayısı

3.4. Bulgular

Tablo 3.10. dört risk faktör portföyünün korelasyonunu göstermektedir. Pazar portföyünün fazla getirisi ile HML ve EMI faktörleri arasında negatif ilişki bulunmakta iken bu ilişki zayıftır. SMB ve HML arasında negatif ve güçlü olmayan bir ilişki bulunmaktadır. EMI ise tüm diğer faktörlerle arasındaki ilişki zayıftır. Bu sebeplerle çoklu doğrusal bağlantı bulunmadığı kanaati oluşmuştur.

Tablo 3.10. Korelasyon tablosu

	RM – RF	SMB	HML	EMI
RM – RF	1	0,0865	-0,1052	-0,0593
SMB	0,0865	1	-0,5579	0,1196
HML	-0,1052	-0,5579	1	-0,2536
EMI	-0,0593	0,1196	-0,2536	1

Çalışma kapsamında yapılan regresyon analizlerinde SVFM, Fama-French üç faktörlü model ve bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü model kullanılmıştır. Tüm modeller için sekiz adet kesişim portföyünün Temmuz 2005 - Haziran 2015 dönemine ait aylık getirileri kullanılmıştır. SVFM modeli regresyon sonuçları Tablo 3.11'de gösterilmektedir.

Tablo 3.11. SVFM regresyon sonuçları

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + e_{it}$$

Portföy	α	β	F-ist	Adj R^2
SHE	0,014* (2,739)	0,876* (13,393)	179,364 [0,000]	0,600
SHI	0,009** (1,762)	0,843* (13,111)	171,886 [0,000]	0,589
SLE	0,015 (1,574)	0,911* (7,624)	58,126 [0,000]	0,324
SLI	0,001 (0,088)	0,998* (11,143)	124,170 [0,000]	0,509
BHE	0,013* (2,081)	0,865* (10,991)	120,801 [0,000]	0,502
BHI	0,007** (1,911)	0,866* (17,596)	309,623 [0,000]	0,722
BLE	0,004 (1,028)	0,835* (15,112)	228,374 [0,000]	0,656
BLI	0,004 (1,298)	0,881* (20,355)	414,306 [0,000]	0,776

Parantez içindeki değerler t istatistiği değerleridir. Köşeli parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.
* Katsayı %5 anlam düzeyinde anlamlıdır. ** Katsayı %10 anlam düzeyinde anlamlıdır.

Oluşturulan tüm portföyler için SVFM regresyon sonuçlarına göre hesaplanan F istatistiklerine ait olasılık değerleri ($p=0,000<\alpha=0,05$) modellerin genel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Piyasa betası tüm portföyler için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitiftir.

Modeldeki α katsayılarının istatistiksel olarak anlamlılığı ayrı ayrı incelendiğinde, SHE ve BHE portföyleri için tahmin edilen regresyon modellerindeki α katsayıları hariç, diğer modellerdeki α katsayılarının %5 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3.12. Fama French 3 faktörlü model sonuçları

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_iSMB_t + h_iHML_t + e_{it}$$

Portföy	α	β	s	h	F-ist	Adj R^2
SHE	0,008* (2,255)	0,851* (18,423)	1,170* (10,997)	0,642* (4,801)	162,381 [0,000]	0,803
SHI	0,004 (0,992)	0,819* (16,601)	1,043* (9,176)	0,543* (3,800)	127,209 [0,000]	0,761
SLE	0,017* (2,809)	0,803* (10,532)	1,299* (7,401)	-1,129* -(5,114)	107,225 [0,000]	0,728
SLI	-0,001 -(0,098)	0,941* (13,119)	1,030* (6,240)	-0,252 -(1,214)	88,846 [0,000]	0,689
BHE	0,012** (1,891)	0,880* (11,162)	-0,097 -(0,535)	0,247 (1,080)	41,620 [0,000]	0,506
BHI	0,005 (1,240)	0,863* (18,438)	0,426* (3,948)	0,373* (2,750)	120,843 [0,000]	0,751
BLE	0,007** (1,663)	0,806* (15,967)	0,123 (1,056)	-0,534* -(3,656)	101,312 [0,000]	0,717
BLI	0,006** (1,659)	0,865* (20,719)	0,090 (0,932)	-0,280* -(2,320)	154,517 [0,000]	0,795

Parantez içindeki değerler t istatistiği değerleridir. Köşeli parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.
* Katsayı %5 anlam düzeyinde anlamlıdır. ** Katsayı %10 anlam düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3.12'ye göre tüm modeller için Fama-French üç faktör regresyon modeli tahmin sonuçlarından hesaplanan F istatistiklerine ait olasılık değerleri ($p=0,000<\alpha=0,05$) modellerin genel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Piyasa betası tüm portföyler için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitiftir. SMB faktörü katsayısı tüm küçük portföyler için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitiftir. Büyük portföylerden ise BHI portföyü için SMB katsayısı anlamlı ve pozitiftir. Diğer büyük portföyler için SMB katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir. HML katsayısı SLI ve BHE portföyleri haricindeki tüm portföyler için istatistiksel olarak anlamlı olup,

DD/PD oranı yüksek olan portföylerde pozitif, DD/PD oranı düşük olan portföylerde negatiftir.

Modeldeki α katsayılarının istatistiksel olarak anlamlılığı ayrı ayrı incelendiğinde, SHE ve SLE portföyleri için tahmin edilen regresyon modellerindeki α katsayıları hariç, diğer modellerdeki α katsayılarının %5 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3.13. EMI faktörü eklenmiş 4 faktörlü model sonuçları

$$R_{it} - RF_t = \alpha_{it} + \beta_i[RM_t - RF_t] + s_iSMB_t + h_iHML_t + f_iEMI_t + e_{it}$$

Portföy	α	β	s	h	f	F-ist	Adj R^2
SHE	0,006** (1,686)	0,861* (18,992)	1,176* (11,306)	0,721* (5,362)	0,273* (2,520)	128,989 [0,000]	0,811
SHI	0,003 (0,804)	0,823* (16,566)	1,045* (9,172)	0,568* (3,857)	0,086 (0,724)	95,146 [0,000]	0,760
SLE	0,006 (1,435)	0,856* (16,317)	1,332* (11,071)	-0,713* (-4,581)	1,437* (11,479)	204,013 [0,000]	0,872
SLI	0,004 (0,661)	0,920* (13,352)	1,017* (6,435)	-0,414* (-2,028)	-0,561* (-3,412)	75,658 [0,000]	0,715
BHE	0,003 (0,633)	0,921* (13,831)	-0,071 (-0,465)	0,568* (2,874)	1,110* (6,985)	56,276 [0,000]	0,650
BHI	0,006** (1,699)	0,855* (18,452)	0,420* (3,955)	0,305* (2,221)	-0,234* (-2,116)	94,470 [0,000]	0,759
BLE	0,004 (0,898)	0,821 (17,028)*	0,132 (1,197)	-0,414 (-2,895)*	0,415 (3,610)*	87,121 [0,000]	0,743
BLI	0,006** (1,739)	0,863* (20,527)	0,088 (0,915)	-0,297* (-2,382)	-0,057 (-0,568)	115,292 [0,000]	0,793

Parantez içindeki değerler t istatistiği değerleridir. Köşeli parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.
* Katsayı %5 anlam düzeyinde anlamlıdır. ** Katsayı %10 anlam düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3.13 incelendiğinde 4 faktörlü regresyon modeli tahmininden sonra yapılan F testlerinin sonuçları Fama-French üç faktörlü model ve SVFM modellerinde olduğu gibi kurulan modellerin genel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir.

Piyasa betası tüm portföyler için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitiftir. SMB faktörü katsayısı dört faktörlü modelde Fama-French üç faktörlü model ile benzer sonuçlara sahip olup, tüm küçük portföyler için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitiftir. Büyük portföylerden ise BHI portföyü için SMB katsayısı anlamlı ve pozitiftir. Diğer büyük portföyler için SMB katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir. BHE portföyü için SMB katsayısı negatif bulunmuştur. HML katsayısı tüm portföyler için istatistiksel olarak anlamlı olup, DD/PD oranı yüksek olan portföylerde pozitif, DD/PD oranı düşük olan portföylerde negatiftir. EMI faktörünün katsayısı SHI ve BLI portföyleri haricindeki altı portföy için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Söz konusu altı portföyden etkinliği yüksek olan portföyler için etkinlik faktörü katsayısı pozitif olup, etkinliği düşük portföyler için bu katsayı negatiftir.

Her üç model için oluşturulan regresyon sonuçlarına göre piyasa betası istatistiksel olarak anlamlı olup, bu katsayının t istatistikleri diğer faktörlerden daha yüksektir. Bu durum hisse getirilerindeki değişimleri açıklamada en önemli faktörün piyasa betası olduğunun göstergesidir (Canbaş ve Arıoğlu, 2008: 88). Ayrıca bu çalışmanın eklerinde görüleceği üzere F istatistiklerine ait p değerlerinin çok düşük olması incelenen her üç modelin de verilere uygun olduğunu göstermektedir (Eraslan, 2013: 19).

Düzeltilmiş R^2, karşılaştırma için R^2'den daha iyi bir ölçüdür (Gujarati ve Porter, 2012: 493). Bu sebeple regresyon sonuçlarına ait tablolarda düzeltilmiş R^2'ye yer verilmiş ve yorumlar bu değer üzerine yapılmıştır. SVFM düzeltilmiş R^2 değerleri ortalaması 0,585 iken, Fama-French üç faktörlü modelin düzeltilmiş R^2 değerleri ortalaması 0,719'dur. Görüldüğü üzere SVFM'ye SMB ve HML faktörlerinin eklenmesi ile elde edilen Fama-French üç faktörlü modelin bağımlı değişkeni açıklama oranı daha yüksektir. Tablo 3.13 düzeltilmiş R^2 değerlerinin Tablo 3.12 değerlerine göre önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Fama-French üç faktörlü modele EMI faktörünün eklenmesiyle elde edilen dört faktörlü modelin düzeltilmiş R^2 değerleri ortalaması 0,763 olup, modelin bağımlı değişkeni açıklama oranı incelenen modeller arasındaki en

yüksek değerdir. Üç faktör ve dört faktör modellerinin düzeltilmiş R^2 değerlerinin SHE, SHI, BHI ve BLI portföyleri için birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Tablo 3.13'te bulunan 4 faktör modeline ait R^2 değerleri Tablo 3.12'deki Fama French modeli sonuçlarına göre SHI ve BLI portföyleri haricinde artış göstermiştir. Bu portföyler aynı zamanda EMI katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı portföylerdir. Sonuç olarak R^2 değerleri göstermektedir ki, dört faktör her portföy için risksiz faiz oranını aşan aylık getirilerinin büyük kısmını açıklamaktadır. Sistematik risk faktörleri olan RM-RF, SMB, HML ve EMI'nın katsayılarının SHE, SLE, SLI ve BHI portföylerinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca, sonuçlarda görülmektedir ki; EMI katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu modellerde 4 faktörlü modelin düzeltilmiş R^2 değeri Fama French 3 faktörlü modele göre artış göstermiştir. EMI katsayısının anlamlı olmadığı portföyler için (SHI ve BLI) 4 faktörlü modelin düzeltilmiş R^2 değeri, 3 faktörlü modelin düzeltilmiş R^2 değerine göre düşüktür. Yani 6 portföyün getirileri açıklama gücü 3 faktörlü modele EMI katsayısının eklenmesi ile oluşturulan 4 faktörlü model ile artmıştır. Düzeltilmiş R^2 ortalama değerleri ve modeller arası değişim oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.14. Düzeltilmiş R^2 ortalama değerleri

Modeller	Düzeltilmiş R^2 Ortalaması	Düzeltilmiş R^2 Ortalamasının Önceki Modele göre Artış Oranı
SVFM	0,585	-
Fama-French 3 Faktörlü Model	0,719	22,91%
4 Faktörlü Model	0,763	6,12%

Fama ve French (1993) getirileri iyi bir şekilde açıklayan fiyatlama modellerindeki sabit terimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmaması yani sıfıra yakın olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, Fama ve French'in (1993) tespitine göre Merton'un 1973 yılında yaptığı çalışmada, iyi belirlenmiş bir varlık fiyatlama modelinin regresyonlarında sıfırdan ayırt edilemeyen sabit terimlerin oluşacağı belirtilmiştir. Bu noktadan hareketle, sabit terim sıfıra ne kadar yakın ise modelin risksiz faiz oranını aşan portföy getirilerini o kadar iyi açıkladığı çıkarımı yapılmıştır. Modellerdeki sabit terimlerin istatistiksel olarak anlamlılıkları ayrı ayrı incelendiğinde görülmektedir ki, bu hususta dört faktörlü model diğer modellerden ayrılmaktadır; α katsayılarının sıfırdan farklı olduğunu belirten sıfır hipotezi dört faktörlü model kullanılan tüm portföy

modellerinde %5 anlam düzeyinde reddedilebilmektedir. Eğer sabit terim istatistiksel olarak anlamlı biçimde sıfırdan farklı değilse modelin doğru olduğu çıkarımı yapılmaktadır. Sabit terim için sıfır hipotezi sabit terimin sıfıra eşit olmasıdır. Bu çalışmadaki 3 model incelendiğinde t testine göre %5 anlam düzeyinde sadece 4 faktörlü modelde bütün alfa katsayılarının sıfırdan farklı olmadığı görülmektedir. İstatistiksel olarak anlamsız alfa katsayılarının sayısının çokluğu ve düzeltilmiş R^2 değerlerinin yüksekliği hangi modelin verilere daha uygun olduğunu belirten göstergelerdir. Buna göre 4 faktörlü modelin verilere diğer modellerden daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Black, Jensen ve Scholes'a (1972) göre eğer SVFM beklenen getirileri açıklayabiliyorsa ve piyasa portföyü doğru seçildiyse bütün portföy regresyonları için sabit terimleri sıfırdır. Fama French üç faktör modeli de eğer beklenen getirileri açıklıyorsa bütün sabit terimler sıfıra eşittir. Sonuç olarak kullanılan varlık fiyatlama modeli eğer bütün alfa katsayıları sıfıra eşitse doğrudur. Gibbons, Ross, Shanken (1989) tarafından geliştirilen GRS F-istatistiği, zaman serisi regresyonları bağlamında yüksek bulunduğu takdirde, modelin etkinliği azalmaktadır. GRS F testi, bütün zaman serisi regresyonlarının her portföy için sabit terimlerinin sıfır olup olmadığını test etmek için kullanılmıştır. Bu durumda sıfır hipotezi ve alternatif hipotez aşağıdaki şekildedir.

H_0: Modelden elde edilen tüm sabit terimler sıfıra eşittir ($\alpha_i = 0, \forall_i$).
H_1: Modelden elde edilen tüm sabit terimler sıfıra eşit değildir.

Bütün zaman serisi regresyonlarında her portföy için α katsayılarının aynı anda sıfırdan farklı olup olmadığını incelemek üzere her üç modelde de GRS F testi uygulanmış ve α katsayılarının aynı anda sıfıra eşit olduğunu ifade eden sıfır hipotezi incelenmiştir. GRS F testi sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3.15. GRS F Testi sonuçları

Modeller	GRS Test	P-değeri
SVFM	2,0219	0,0501
Fama-French üç faktörlü model	1,3525	0,2257
Dört faktörlü model	0,4808	0,8675

Tablo 3.15'ten anlaşılacağı üzere SVFM için α katsayılarının aynı anda sıfıra eşit olduğunu ifade eden sıfır hipotezi reddedilememiştir (p=0,0501> α=0,05). Fama-

French üç faktörlü model için de aynı durum söz konusudur (p=0,2257> α=0,05). Fakat p değeri SVFM'ye göre yüksektir. GRS F testi sonuçlarına göre modellerin hepsi için tüm α katsayıları sıfırdan farklı değildir. Analize tabi tutulan üç model arasında en yüksek p değerine ve en düşük GRS F istatistiğine sahip olan dört faktörlü model için de (p=0,8675> α=0,05) α katsayılarının aynı anda sıfıra eşit olduğunu ifade eden sıfır hipotezi reddedilememiştir. Çalışmada kullanılan 3 model bu yönden incelendiğinde görülmektedir ki; GRS-F istatistiği değerlerine göre en etkin model 4 faktörlü model, etkinliği en az olan model ise SVFM modelidir. Bu durum etkinsizlik faktörü olan EMI faktörünün varlık fiyatlama modeline dahil edilmesi yönünde bir sonuç ortaya koymuştur. Yani SVFM'ye SMB ve HML faktörleri eklenerek elde edilen Fama French 3 faktörlü modeli SVFM'ye göre daha etkin hale gelmiş, Fama French 3 Faktörlü modele EMI faktörünün eklenmesiyle elde edilen 4 faktörlü model ise Fama French 3 faktörlü modele göre daha etkin bir model olarak ortaya çıkmıştır. Dört faktörlü modelde tüm portföyler için kesişim katsayısının sıfır olduğu hipotezi reddedilemediğinden ve dört faktörlü modelin GRS F istatistiği analiz edilen diğer modellere göre daha düşük olduğundan kullanılan dört faktörün de portföylerin risksiz faiz oranını aşan getirilerini açıklamak için gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dört faktörlü modelin regresyon sonuçlarına göre küçük piyasa değerine sahip firmaların bulunduğu portföyler için (SHE, SHI, SLE ve SLI), SMB eğimlerinin pozitif ve yüksek olduğu, büyük piyasa değerine sahip firmalar portföylerinin ise nispeten düşük SMB eğimine sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bulgu firma büyüklüğü etkisine işaret etmektedir. Söz konusu durum, küçük piyasa değerine sahip firmaların oluşturduğu portföylerde firma büyüklüğü etkisinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca yüksek DD/PD oranına sahip firmalar portföyünün (SHE, SHI, BHE ve BHI), HML eğimlerinin pozitif olması, düşük DD/PD oranına sahip firmalar portföyünün (SLE, SLI, BLE ve BLI) de negatif HML eğimine sahip olması değer etkisinin varlığını göstermektedir. Bu etki, yüksek DD/PD oranına sahip firmaların oluşturduğu portföylerde değer etkisinin pozitif yönlü, düşük DD/PD oranına sahip firmalardan oluşan portföylerde değer etkisini negatif yönlü olduğunu göstermektedir. Küçük piyasa değerine sahip portföylerde etkinlik etkisinin yönü konusunda net bir bulgu olmasa da büyük piyasa değerine sahip portföyler için etkinlik etkisinin, etkinliği yüksek firmaların bulunduğu portföyler için pozitif yönlü, etkinliği düşük firmaların bulunduğu portföyler için negatif yönlü olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Gerçekleştirilen üretimde kaynakların en uygun duruma ne kadar yakın bir şekilde kullanıldığını tanımlayan etkinlik kavramının firmalar için önemi, artan rekabet koşulları gibi nedenlerle sürekli artmaktadır. Ayrıca etkinlik bir anlamda firmanın faaliyetlerinde gösterdiği performansını ifade etmektedir. Bununla birlikte yatırım yapılan varlıkların getirisini etkileyen faktörleri bilme arzusu varlık fiyatlamayı hem yatırımcılar hem de finansçılar açısından cazip bir konu haline getirmiştir. Bu iki husus birlikte değerlendirildiğinde firmanın etkinliğinin yatırımcılar tarafından ne şekilde değerlendirilmesi gerektiğinin incelenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyacı karşılamanın yollarından birisi etkinliği içeren bir varlık fiyatlama modelinin analiz edilmesidir. Finansal varlıkların fiyatlandırılması, beklenen getiri ve buna karşılık üstlenilen risk arasında denge kurmak isteyen yatırımcılar açısından önemli olup, hisse senedi ve portföy getirilerini etkileyen unsurları belirleme amacı taşıyan farklı varlık fiyatlama modelleri zaman içinde literatürde yer edinmiştir. Varlık fiyatlama konusunda en çok kullanılan modellerden olan SVFM farklı eleştirilere maruz kalmış ve bu modele alternatif modeller ortaya atılmıştır. Son yıllarda üzerinde sıkça durulan alternatiflerden birisi de Fama ve French (1993, 1996) tarafından öne sürülen üç faktörlü modeldir. Fama ve French'in (1993, 1996), SVFM'ye faktör ekleyerek SVFM'ye alternatif olarak sundukları üç faktörlü modeli oluşturması gibi, bazı araştırmacılar da söz konusu üç faktörlü modele farklı faktörler ekleyerek oluşturdukları alternatif modeller ile varlık fiyatlamada etkili olan unsurları belirlemeye çalışmışlar ve modele ekledikleri faktörün getiriler üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Bu çalışmada ise, firmaların faaliyetlerini uyguladıkları sürede gösterdikleri performansın yani etkinliklerinin, yatırımcılar tarafından ne şekilde değerlendirildiği araştırılmıştır. Bunun için etkinlik skorlarının finansal varlıkların fiyatlandırılmasındaki rolü, Borsa İstanbul'da işlem gören sanayi firmalarına ait hisse senetlerini analize tabi tutarak incelenmiştir. Sanayi firmalarını temsil etmek üzere verilerin alındığı tarihte Borsa İstanbul sınai endekste bulunan firmalardan verileri analize uygun ve yeterli olanlar örneklem olarak seçilmiştir. Örneklemde bulunan firmaların etkinlik skorları, satışların maliyeti, faaliyet giderleri ve özsermayenin girdi, satış gelirlerinin ise çıktı olarak belirlendiği bir model kullanarak stokastik sınır analizi yöntemi ile hesaplanmıştır. Daha sonra SVFM, Fama-French Üç Faktör Modeli ve bu çalışmada

oluşturulan etkinlik faktörünün eklendiği dört faktörlü model için kesişim portföyleri ve faktörler ile ilgili gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Akabinde, söz konusu üç model için regresyon analizleri yapılmış ve GRS-F testi uygulanmıştır.

Bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü modelde kullanılacak etkinlik skorlarının hesaplanmasında, ürtetim biriminin elinde olmayan rastgele etkiler ile teknik etkinliği birbirinden ayırarak teknik etkinliği belirlemeye olanak sağlayan Stokastik Sınır Analizi kullanılmıştır. Girdi-çıktı değişkenlerinin seçimi aşamasında literatürde yer alan farklı çalışmalar incelenmiş ve veri setine uygun bulunan değişkenler seçilmiştir. Sonuç olarak firmaların teknik etkinlik düzeyini belirlemek için satışların çıktıyı temsil edebilecek bir unsur olduğu düşünülerek satış gelirleri çıktı olarak seçilirken, girdi olarak ise, satış gelirlerini elde etmede etkili oldukları düşünülen satışların maliyeti, faaliyet giderleri ve özsermaye değişkenleri seçilmiştir. Yapılan testler sonucunda teknik etkinsizliği gösteren u değişkeninin kesikli normal dağılıma sahip olduğu varsayımı altında Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan stokastik sınır analizi sonucunda modelde istatistiksel olarak anlamlı bir teknik etkinsizlik olduğu ortaya çıkmış ve analize konu olan firmaların teknik etkinlik skorları hesaplanmıştır. Çalışmanın bu kısmında elde edilen etkinlik skorları dört faktörlü modelde kullanılacak ek faktörün elde edilmesinde kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan üç model GRS-F testine tabi tutulduğunda elde edilen değerlere göre en etkin modelin 4 faktörlü model, etkinliği en az olan modelin ise SVFM modeli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum etkinsizlik faktörü olan EMI faktörünün varlık fiyatlama modeline dahil edilmesi yönünde bir sonuç ortaya koymuştur. Yani SVFM'ye SMB ve HML faktörleri eklenerek elde edilen Fama French 3 faktörlü modeli SVFM'ye göre daha etkin hale gelmiş, Fama French 3 Faktörlü modele EMI faktörünün eklenmesiyle elde edilen 4 faktörlü model ise Fama French 3 faktörlü modele göre daha etkin bir model olarak ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçları örnekleme dahil edilen firmalar için firma büyüklüğü, değer ve etkinlik etkisinin varlığını göstermektedir. Bununla birlikte etkinlik faktörünün de varlık fiyatlama modelleri oluşturulurken dahil edilebilecek bir faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak SVFM, Fama-French üç faktörlü model ve bu çalışmada oluşturulan dört faktörlü modelin örneklemde yer alan sanayi firmaları için geçerli olduğu ve ayrıca piyasa riskinin yanında firma büyüklüğü, DD/PD oranı ve etkinlik faktörlerinin hisse

senedi getirilerini etkileyen anlamlı risk faktörleri olduğu ve dört faktöre ait risk primlerinin piyasa tarafından fiyatlandırıldığı tespit edilmiştir. Bu sebeple bulguların sanayi firmaları için, etkinlik faktörünü içeren dört faktörlü modeli desteklediği söylenebilmektedir.

Bu çalışmanın dikkate alınması gereken bir diğer sonucu ise oluşturulan ve Fama-French üç faktörlü modele EMI faktörünün eklenmesiyle elde edilen dört faktörlü modelin, örneklemde bulunan firmalar hakkındaki yatırım stratejilerini analize konu dönem için üç farklı yönden incelemeye olanak sağladığıdır:

i. Piyasa değeri küçük firmaların mı yoksa piyasa değeri büyük firmaların mı daha karlı olduğu,
ii. Değer hisselerinin mi yoksa büyüme hisselerinin mi daha karlı olduğu,
iii. Etkinliği yüksek firmaların mı yoksa etkinliği düşük firmaların mı daha karlı olduğu.

Çalışmada oluşturulan faktörlerden SMB ve HML faktörü ortalama getirileri ile EMI faktörü ortalama getirileri karşılaştırıldığında EMI faktörü ortalama getirilerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Yani etkin firmalar ile etkin olmayan firmalar arasındaki getiri farkı, hem küçük firmalar ile büyük firmalar arasındaki getiri farkından, hem de DD/PD oranı yüksek olan firmalar ile DD/PD oranı düşük olan firmalar arasındaki getiri farkından fazladır. Bu durumda getiri farkına en fazla etki eden unsurun etkinlik skorları olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç etkinlik etkisinin diğer faktör etkilerine göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Çalışmada incelenen etkinlik yatırım stratejisine göre, analize konu olan dönem için, yatırımcılar içinde bulunulan yıldan önceki yılda etkinliği yüksek olan sanayi firmalarına yatırım yaparak daha fazla kar elde etme olanağına sahip olmuşlardır. Ayrıca, yüksek DD/PD oranına sahip hisselerden oluşan portföylerin düşük DD/PD oranına sahip hisselerden oluşan portföylere göre daha fazla getiri elde etmesi değer etkisinin varlığını göstermektedir. Yani yüksek DD/PD oranına sahip portföylere yatırım yapmayı içeren değer stratejileri, düşük DD/PD oranına sahip portföylere yatırım yapmayı içeren büyüme stratejilerine göre daha yüksek getiriye olanak sağlamıştır. Bununla birlikte, küçük firmalardan oluşan portföylerin büyük firmalardan oluşan portföylere göre daha yüksek performans sergilediği tespit edilmiştir. Yani, küçük firmalara yatırım yapma

stratejisi büyük firmalara yatırım yapma stratejisinden daha fazla kar getirmiştir. Bu durum incelenen örneklem kapsamında büyüklük etkisinin varlığına işaret etmektedir. Böylece incelenen örneklem kapsamında büyüklük, değer ve etkinlik etkilerinin üçünün de bulunduğu söylenebilmektedir.

Sonuç olarak, satışların maliyeti, faaliyet giderleri ve özsermayenin girdi, satış gelirlerinin ise çıktı olarak kullanıldığı yöntemle elde edilen etkinlik skorları firma etkinliğini göstermede başarılı bulunmuş olup, bu şekilde elde edilen etkinlik skorlarının, örneklemde bulunan sanayi firmalarına ait hisse senetlerinin fiyatlaması konusunda incelenen dönem için önemli bir role sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece firma etkinliğinin, yani bir anlamda firmanın faaliyetlerinde gösterdiği performansın yatırımcılar açısından dikkate alınması gereken bir unsur olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Oluşturulan modelin yatırımcılar tarafından kullanılabilmesi için etkinlik skorlarının yıllık olarak yatırımcılara sunulması gerekmektedir. Bu çalışma ile firma etkinliğinin hisse senedi getirilerine etkisi belli bir dönem için ve kısıtlı bir örneklem için incelenmiştir. Etkinliğin getiri üzerindeki etkisinin bulunduğu savının bu çalışma sonuçlarınca desteklenmesinin ileride farklı sektörler ve farklı dönemler için yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, diğer sektörler veya diğer piyasalar için yapılacak benzer çalışmalar yahut simülasyon çalışmaları ile etkinliğin finansal varlık getirisindeki rolü konusuna önemli katkılar sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Afriat, S.N. (1972). "Efficiency Estimation of Production Functions", *International Economic Review*, Vol. 13, No. 3, 568-598.

Aigner, D.J. ve Chu, S.F. (1968). "On Estimating the Industry Production Function", *American Economic Review*, 58(4), 826-839.

Aigner, D., Lovell, C.A.K. ve Schmidt, P. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, 6, s. 21-37.

Akan, Y. ve Çalmaşur, G. (2011). "Etkinliğin Hesaplanmasında Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Yaklaşımı Yöntemlerinin Karşılaştırılması (TRA1 Alt Bölgesi Üzerine Bir Uygulama)", *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, s. 13-32.

Akay, D., Çetinyokuş, T. ve Dagdeviren, M. (2002). "Portföy Seçimi Problemi İçin KDS/GA Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 17, No 4, s. 125-138.

Akyüz, Y., Yıldız, F. ve Kaya, Z. (2013). "Veri Zarflama Analizi (Vza) ve Malmquist Endeksi ile Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: BİST'te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerine Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 27, Sayı: 4, s. 110-130.

Amihud, Y. ve Mendelson, H. (1986). "Asset Pricing and the Bid-Ask Spread", *Journal of Financial Economics*, 17, s. 223-249.

Ammann, M. ve Steiner, M. (2008). "Risk Factors for the Swiss Stock Market", *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol. 144(1), s.1-35.

Ata, H.A. ve Yakut, E. (2009). "Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), s. 80-100.

Ayan, T.Y. ve Akay, A. (2014). "Tahmine Dayalı Portföy Optimizasyonu: Modern Portföy Teorisinde Risk ve Beklenen Getiri Kavramlarına Alternatif Bir Yaklaşım", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, EYİ 2013 Özel Sayısı, s. 119-131.

Aygören, H. ve Yeşilyurt, M.E. (2011). "Impact of Firm Attributes on the Efficiency of Brokerage Houses", *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 2, s. 155-177.

Bağdadıoğlu, N. (2009). "Türk Elektrik Dağıtım Sektöründe Hizmet Kalitesine Yönelik Özendirici Bir Düzenleme Uygulaması", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11/1, s. 23-44.

Bakırcı, F. (2006). "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 20, Sayı: 2, s. 199-217.

Başoğlu, U., Ceylan, A. ve Parasız, İ. (2001). *Finans: Teori, Kurum ve Araçlar*, Ekin Kitabevi, Bursa.

Battese, G.E. ve Coelli, T.J. (1988). "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies With a Generalised Frontier Production Function and Panel Data", *Journal of Econometrics*, 38, s. 387-399.

Battese, G.E. ve Coelli, T.J. (1992). "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India", *Journal of Productivity Analysis*, 3, s. 153-169.

Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1993), "A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a Model for Technical Inefficiency Effects", *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, No.69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

Battese, G.E. ve Coelli, T.J. (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, 20, s. 325-332.

Battese, G.E., Coelli, T.J. ve Colby, T.C. (1989), "Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data From ICRISAT's Village Level Studies", *Journal of Quantitative Economics*, 5, s. 327-348.

Battese, G.E. ve Corra, G.S. (1977). "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia", *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, s. 169-179.

Bayyurt, N. ve Sagbansua, L. (2007). "Determining The Efficiency of Concrete Companies Ranked in Top 1000 Manufacturing Firms Trading in ISE: A Multi-Criteria Data Envelopment Analysis Model", *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*, C:36, Sayı:2, s. 54-71.

Berger, A.N. ve Humphrey, D.B. (1997). "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", *European Journal of Operational Research*, 98, s.175-212.

Bilgin, R. ve Bastı, E. (2014). "Further Evidence on the Validity of CAPM: the Istanbul Stock Exchange Application", *Engineering Economics*, 25(1), s. 5-12.

Black, F., Jensen, M.C. ve Scholes, M. (1972), "The Capital Asset Pricing Model: Some Emprical Tests", *Studies in Theory of Capital Markets*, Michael C. Jensen, ed., Praeger, New York, s.79-121.

Bodie, Z., Kane, A. ve Marcus, A.J. (2014). *Investments*, Tenth Edition, McGraw-Hill Education, New York.

Brennan, M.J. ve Subrahmanyam, A. (1996). "Market Microstructure and Asset Pricing: On the Compensation for Illiquidity in Stock Returns", *Journal of Financial Economics*, 41, s. 441-464.

Brigham, E.F. ve Gapenski, L.C. (1990). *Intermediate Financial Management*, Third Edition, The Dryden Press, Chicago.

Canbaş, S. ve Arıoğlu, E. (2008). "Testing the Three Factor Model of Fama and French: Evidence from Turkey", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 17, Sayı 3, s. 79-92.

Carhart, M.M. (1997). "On Persistence in Mutual Fund Performance", *Journal of Finance*, 52, s. 57-82.

Castiglione, C. ve Infante, D. (2014). "ICTs and Time-Span in Technical Efficiency Gains. A Stochastic Frontier Approach Over a Panel of Italian Manufacturing Firms", *Economic Modelling*, 41, s. 55-65.

Chan, H.W. ve Faff, R.W. (2005). "Asset Pricing and the İlliquidity Premium", *The Financial Review*, 40, s. 429-458.

Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, s. 429-444.

Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y. ve Seiford, L.M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, Springer, New York.

Coelli, J.T., Rao, D.S.P., O"Donnell, C.J. ve Battese, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer, New York.

Coelli, T. (1996). "A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Frontier Production Function Estimation", *CEPA Working Paper 96/07*, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

Çelenli, A.Z., Eğrioğlu, E. ve Çorba, B.Ş. (2015). "İMKB 30 İndeksini Oluşturan Hisse Senetleri İçin Parçacık Sürü Optimizasyonu Yöntemlerine Dayalı Portföy Optimizasyonu", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16 (1), 25-33.

Çetin, A.C. (2006). "Türk Tekstil Sektörü ve Türk Tekstil Firmalarının Etkinlik Düzeylerinin Belirlenmesi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, C. VIII, S. 2, s. 255-278.

Daraio, C. ve Simar, L. (2007). *Advanced Robust and Nonparametrıc Methods In Efficiency Analysis: Methodology and Applications*, Springer, New York.

Debreu, G. (1951). "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, Vol. 19, No.3, s. 273-292.

Demirtaş, Ö. ve Güngör, Z. (2004, Temmuz). "Portföy Yönetimi ve Portföy Seçimine Yönelik Uygulama", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt 1, Sayı 4, s. 103-109.

Dhawan, R. ve Gerdes, G. (1997). "Estimating Technological Change Using a Stochastic Frontier Production Function Framework: Evidence from U.S. Firm-Level Data", *Journal of Productivity Analysis*, 8, s. 431-446.

Diaz, M.A. ve Sanchez, R. (2008). "Firm Size and Productivity in Spain: A Stochastic Frontier Analysis", *Small Business Economics*, Vol. 30, No. 3, s. 315-323.

Elton, E.J., Gruber, M.J., Brown, S.J. ve Goetzmann, M.N. (2014). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, Ninth Edition, Wiley, New Jersey.

Eraslan, V. (2013). "Fama and French Three-Factor Model: Evidence from Istanbul Stock Exchange", *Business and Economics Research Journal*, Volume 4, Number 2, s. 11-22.

Ertuğrul, İ. ve Tuş Işık, A. (2008). "İşletmelerin VZA ile Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde Bir Uygulama", *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, C. X, S I, s. 201-217.

Fama, E.F. ve French, K.R. (1992). "The Cross-Section of Expected Stock Returns", *The Journal of Finance*, Vol 47, No 2, s. 427 - 465.

Fama, E.F. ve French, K.R. (1993). "Common Risk Factors in The Returns on Stocks and Bonds", *Journal of Financial Economics*, 33, s. 3-56.

Fama, E.F. ve French, K.R. (1995). "Size and Book-to-Market Factors in Earnings and Returns", *The Journal Of Finance*, Vol. 50, No. 1, s. 131-155.

Fama, E.F. ve French, K.R. (1996). "Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies", *The Journal of Finance*, Vol. 51, No. 1, s. 55-84.

Fama, E.F. ve French, K.R. (2004). "The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence", *Journal of Economic Perspectives*, Volume 18, Number 3, s. 25-46.

Fama, E.F. ve French, K.R. (2015). "A Five-Factor Asset Pricing Model", *Journal of Financial Economics*, 116, s. 1-22.

Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (General), Vol. 120, No. 3, s. 253-290.

Fried, H.O., Lovell, C.A.K. ve Schmidt, S.S. (1993). *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York.

Gibbons, M.R., Ross, S.A. ve Shanken, J. (1989). "A Test of the Efficiency of a Given Portfolio", *Econometrica*, Vol. 57, No. 5, s. 1121-1152.

Gökgöz, F. (2008). "Üç Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modelinin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulanabilirliği", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi,* 63/2, s. 43-64.

Göktolga, Z.G. ve Artut, A. (2014). "İktisadi ve İdari Bilimler Fakülte'lerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15/1, s. 55-75.

Greene, W. (1990). "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model", *Journal of Econometrics*, 46, 141-163.

Gujarati, D.N. ve Porter, D.C. (2012). *Temel Ekonometri*, Beşinci Basımdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T. (2004). "Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt.5, Sayı. 2, s. 87-104.

Gündüz, O., Ceyhan, V. ve Oğuzaslan, K. (2013). "Samsun İli Atakum İlçesinde Ekmek Üreten İşletmelerde Teknik Etkinlik", *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), s. 1-10.

Hicks, J.R. (1935). "A Suggestion for Simplifying the Theory of Money", *Economica*, Vol. 2, No. 5, s. 1-19.

İnan, E.A. (2000). "Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik", *Bankacılar Dergisi*, Sayı 34, s. 82-96.

Jacobs, B.I., Levy, K.N. ve Markowitz, H.M. (2005). "Portfolio Optimization with Factors, Scenarios, and Realistic Short Positions", *Operations Research*, Vol. 53, No. 4, s. 589-599.

Jarboui, S., Forget, P. ve Boujelbene, Y. (2014). "Transport Firms' Inefficiency and Managerial Optimism: A Stochastic Frontier Analysis", *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 3, s. 41-51.

Jegadeesh, N. ve Titman, S. (1993). "Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency", *Journal of Finance*, 48, s. 65-91.

Jewczyn, N. (2013). “Modern Portfolio Theory, APT, and the CAPM: The Years 1952 to 1986”, *International Journal of Social Science Research*, 2(1), s. 74-86.

Karan, M.B. (2004). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Gazi Kitabevi, Ankara.

Kardiyen, F. (2008), “Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 13, Sayı 2, s. 335-350.

Kayalı, C.A. (2009). “2007 Yılı Tekstil İşletmelerinin Finansal Karlılık Açısından Etkinliklerinin Değerlendirmesi”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Yıl: 19, Sayı:1, s. 3-8.

Kayalıdere, K. ve Aktaş, H. (2008). “Alternatif Portföy Seçim Modellerinin Performanslarının Karşılaştırılması: İMKB Örneği”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1, s. 290-312.

Kodde, D.A. ve Palm, F.C. (1986). “Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions”, *Econometrica*, Vol. 54, No. 5, s. 1243-1248.

Koopmans, T.C. (1951). "An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities" *Activity Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics Monograph*, 13, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Korkmaz, T. ve Ceylan, A. (2007). *Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi*, Ekin Yayınevi, Bursa.

Kula, V. ve Özdemir, L. (2007). “Çimento Sektöründe GöreceliEtkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, C.IX, S.1, s. 55-70.

Kumbhakar, S.C. (1990). “Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency,” *Journal of Econometrics*, 46, s. 201-212.

Kumbhakar, S.C., Ghosh, S. ve McGuckin, J.T. (1991). “A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms”, *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 9, No. 3, s. 279-286.

Kumbhakar, S.C. ve Lovell, C.A.K. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.

Leavens, D.H. (1945). “Diversification of Investments” *Trusts and Estates*, 80(5), s. 469-473.

Levy, H. ve Post, T. (2005). *Investments*, Prentice Hall/Financial Times, England.

Lintner, J. (1965). “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, No. 1, s.13-37.

Markowitz, H. (1952). “Portfolio selection”, *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, s. 77-91.

Markowitz, H. (1999) “Institute The Early History of Portfolio Theory: 1600-1960” *Financial Analysts Journal*, Vol. 55, No.4, s. 5-16.

Marschak, J. 1938. "Money and the Theory of Assets." *Econometrica*, 6, s. 311-325.

Meeusen, W. ve Van Den Broeck, J. (1977). "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", *International Economic Review*, Vol. 18, No. 2, s. 435-444.

Merton, R.C. (1973). "An Intertemporal Capital Asset Pricing Model", *Econometrica*, Vol. 41, No. 5, s. 867-887.

Mossin, J. (1966). "Equilibrium in a Capital Asset Market", *Econometrica*, Vol. 34, No. 4, s. 768-783.

Nguyen, D. ve Tribhuvan, N.P. (2009). "Systematic Liquidity, Characteristic Liquidity And Asset Pricing", *Applied Financial Economics*, Vol. 19, Issue 11, s. 853-868.

Olgun, A.F., Artukoğlu, M.M. ve Adanacıoğlu, H. (2011). "Türkiye'de Zeytin Sıkma Tesislerinin Karlılığı ve Etkinliği: Ege Bölgesi Örneği", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3), s. 217-227.

Orçun, Ç., Çimen, A. ve Şahin, A. (2014). "Şirket Etkinlikleri: İMKB 100 İmalat Sanayi Şirketleri Uygulaması", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 39, s. 21-34.

Özdağoğlu, A. (2015). "Bilişim Sektöründeki Şirketlerin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, s. 331-340.

Pastor, L. ve Stambaugh, R.F. (2003). "Liquidity Risk and Expected Stock Returns", *Journal of Political Economy*, Vol. 111, No. 3, s. 642-685.

Phillips, M.A. (2013). "Inefficiency in Japanese Water Utility Firms: A Stochastic Frontier Approach", *Journal of Regulatory Economics*, 44(2), s. 197-214.

Pitt, M.M. ve Lee, L.F. (1981). "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry", *Journal of Development Economics*, 9, s. 43-64.

Radam, A., Yacob, M.R. ve Muslim, H.F.M. (2010). "Technical Efficiency of the Malaysian Wooden Furniture Industry: A Stochastic Frontier Production Approach", *International Business Research*, Vol. 3, No. 3, s. 10-15.

Rahim, R.A. ve Nor, A.H.S.M. (2006). "A Comparison Between Fama and French Model and Liquıdity-Based Three-Factor Models In Predicting The Portfolio Returns", *Asian Academy of Management Journal Of Accounting and Finance*, Vol. 2, No. 2, s. 43-60.

Reilly, F.K. ve Brown, K.C. (2012). *Investment Analysis & Portfolio Management*, Tenth Edition, South Western, Ohio.

Richmond, J. (1974). "Estimating the Efficiency of Production", *International Economic Review*, Vol. 15, No. 2, 515-521.

Ross, S.A. (1976). "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, 13, s. 341–360.

Ross, S.A., Westerfield, R.W. ve Jordan, B.D. (2012). *Fundamentals of Corporate Finance*, Tenth Edition, McGraw-Hill Irwin, New York.

Rubinstein, M. (2002). "Markowitz's "Portfolio Selection": A Fifty-Year Retrospective", *The Journal of Finance*, Vol. LVII, No. 3, s. 1041-1045.

Sevilengül, O. (2005). *Genel Muhasebe*, 12. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.

Seyidoğlu, H. (2001). *Ekonomi ve İşletmecilik Terimleri Açıklamalı Sözlük*, Kurtiş Matbaacılık, İstanbul.

Shaker, M.A. ve Elgiziry, K. (2014). "Comparisons of Asset Pricing Models in the Egyptian Stock Market", *Accounting and Finance Research*, Vol. 3, No. 4, s. 24-30.

Sharpe, W.F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *The Journal of Finance*, Vol. 19, No. 3, s. 425-442.

Sharpe, W.F. ve Alexander, G.J., Bailey, J.V. (1999). *Investments*, Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Sümer K.K. ve Hepsağ A. (2007). "Finansal Varlık Fiyatlandırma Modelleri Çerçevesinde Piyasa Risklerinin Hesaplanması: Parametrik Olmayan Yaklaşım", *Bankacılar Dergisi*, Sayı 62, s.3-24.

Stevenson, R.E. (1980). "Likelihood Functions for Generalised Stochastic Frontier Estimation", *Journal of Econometrics*, 13, 57-66.

Tetik, S. (2003). "İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, s. 221-229.

Ulucan, A. (2002). "İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57-2, s. 185-202.

Uyar, U. ve Kangallı, S.G. (2012). "Markowitz Modeline Dayalı Optimal Portföy Seçiminde İşlem Hacmi Kısıtı", *Ege Akademik Bakış*, Cilt: 12, Sayı: 2, s. 183-192.

Ünlü, U. (2013). "Evidence to Support Multifactor Asset Pricing Models: The Case of The Istanbul Stock Exchange", *Asian Journal of Finance & Accounting*, Vol. 5, No. 1, s. 197-208.

Williams, J.B. (1938). *The Theory of Investment Value*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

Wu, Y. (1995). "The Productive Efficiency of Chinese Iron And Steel Firms A Stochastic Frontier Analysis", *Resources Policy*, Vol. 21, No. 3, s. 215-222.

Yalama, A. ve Sayım, M. (2008). "Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:23, Sayı:1, s. 89-107.

Yalçın, A. ve Erşahin, N. (2011, Temmuz-Ağustos). "Does the Conditional CAPM Work? Evidence from the Istanbul Stock Exchange", *Emerging Markets Finance & Trade*, Vol. 47, No. 4, s. 28-48.

Yeşilyurt, C. ve Alan, M.A. (2003). "Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (Vza) Yöntemi ile Ölçülmesi", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 4, Sayı 2, s. 91-104.

EKLER

Ek-1 Stokastik üretim sınırı tahmin sonuçları

Değişken (Parametre)	**CD**	**CDt**	**HN**	**HNt**	**Translog**
Sabit ($\beta 0$)	-0,206 (-1,844)	-0,194 (-1,275)	-0,135 (-0,135)	-0,252 (-0,252)	-0,235 (-0,235)
ln*SMM* ($\beta 1$)	0,873 (75,984)	0,895 (78,356)	0,958 (0,958)	0,973 (0,973)	1,012 (1,012)
ln*FG* ($\beta 2$)	0,134 (11,895)	0,126 (10,053)	0,322 (0,322)	0,314 (0,314)	0,292 (0,292)
ln*OZS* ($\beta 3$)	0,049 (6,009)	0,040 (4,511)	-0,206 (-0,206)	-0,200 (-0,200)	-0,216 (-0,216)
t ($\beta 4$)		-0,008 (-2,900)		-0,004 (-0,004)	-0,029 (-0,029)
$(\ln SMM)^2$ ($\beta 11$)			0,038 (0,038)	0,038 (0,038)	0,037 (0,037)
$(\ln FG)^2$ ($\beta 22$)			0,095 (0,095)	0,097 (0,097)	0,093 (0,093)
$(\ln OZS)^2$ ($\beta 33$)			-0,020 (-0,020)	-0,019 (-0,019)	-0,017 (-0,017)
t^2 ($\beta 4$)				0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
(ln*SMM*)(ln*FG*) ($\beta 12$)			-0,092 (-0,092)	-0,092 (-0,092)	-0,093 (-0,093)
(ln*SMM*)(ln*OZS*) ($\beta 13$)			0,037 (0,037)	0,036 (0,036)	0,034 (0,034)
(ln*SMM*)*t* ($\beta 14$)					0,008 (0,008)
(ln*FG*)(ln*OZS*) ($\beta 23$)			-0,003 (-0,003)	-0,004 (-0,004)	0,001 (0,001)
(ln*FG*)*t* ($\beta 24$)					0,002 (0,002)
(ln*OZS*)*t* ($\beta 34$)					-0,009 (-0,009)
σ^2	0,030 (12,441)	0,035 (14,704)	0,027 (0,027)	0,027 (0,027)	0,026 (0,026)
γ	0,803 (49,216)	0,840 (79,164)	0,680 (0,680)	0,680 (0,680)	0,680 (0,680)
μ	0,311 (8,176)	0,341 (7,356)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
η	-0,025 (-5,617)	0,003 (0,423)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
Log Olabilirlik Fonk.	954,472	952,149	864,875	872,647	883,924

Ek-2 Çalışmaya konu olan firmaların etkinlik skorları

Hisse Kodu	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ADEL	0,9713	0,9706	0,9698	0,9691	0,9683	0,9675	0,9667	0,9659	0,9651	0,9642
AEFES	0,7861	0,7813	0,7764	0,7714	0,7664	0,7612	0,7560	0,7507	0,7452	0,7397
AFYON	0,7526	0,7472	0,7417	0,7361	0,7304	0,7246	0,7188	0,7128	0,7067	0,7005
AKCNS	0,7775	0,7726	0,7675	0,7624	0,7572	0,7519	0,7465	0,7409	0,7353	0,7296
AKSA	0,6661	0,6592	0,6523	0,6453	0,6382	0,6309	0,6236	0,6162	0,6087	0,6011
ALCAR	0,7034	0,6971	0,6908	0,6843	0,6778	0,6711	0,6644	0,6575	0,6506	0,6435
ALKA	0,7324	0,7267	0,7208	0,7149	0,7088	0,7026	0,6964	0,6900	0,6836	0,6770
ALKIM	0,7597	0,7545	0,7491	0,7436	0,7381	0,7324	0,7267	0,7208	0,7148	0,7088
ALYAG	0,7295	0,7237	0,7178	0,7118	0,7057	0,6995	0,6932	0,6868	0,6803	0,6736
ANACM	0,6872	0,6807	0,6741	0,6674	0,6606	0,6537	0,6467	0,6396	0,6324	0,6251
ARCLK	0,6392	0,6320	0,6246	0,6172	0,6097	0,6021	0,5944	0,5867	0,5788	0,5708
ARSAN	0,6547	0,6477	0,6406	0,6334	0,6261	0,6187	0,6112	0,6036	0,5960	0,5882
ASLAN	0,7520	0,7466	0,7410	0,7354	0,7297	0,7239	0,7180	0,7120	0,7059	0,6997
ASUZU	0,6839	0,6774	0,6707	0,6639	0,6571	0,6501	0,6431	0,6359	0,6287	0,6213
ATEKS	0,6511	0,6440	0,6369	0,6296	0,6223	0,6149	0,6073	0,5997	0,5920	0,5842
AYGAZ	0,6325	0,6252	0,6178	0,6103	0,6027	0,5950	0,5873	0,5794	0,5714	0,5634
BAGFS	0,7462	0,7407	0,7351	0,7293	0,7235	0,7176	0,7116	0,7055	0,6993	0,6930
BAKAB	0,7421	0,7366	0,7309	0,7251	0,7192	0,7132	0,7071	0,7010	0,6947	0,6883
BANVT	0,6914	0,6850	0,6785	0,6718	0,6651	0,6582	0,6513	0,6443	0,6371	0,6299
BFREN	0,7577	0,7524	0,7470	0,7415	0,7359	0,7302	0,7244	0,7185	0,7125	0,7064
BOLUC	0,8143	0,8101	0,8058	0,8014	0,7969	0,7923	0,7876	0,7829	0,7781	0,7731
BOSSA	0,6774	0,6707	0,6639	0,6571	0,6501	0,6431	0,6359	0,6287	0,6213	0,6139
BRISA	0,6879	0,6814	0,6748	0,6681	0,6613	0,6544	0,6474	0,6403	0,6331	0,6258
BRSAN	0,6749	0,6682	0,6614	0,6545	0,6475	0,6404	0,6332	0,6260	0,6186	0,6111
BSOKE	0,7410	0,7354	0,7297	0,7239	0,7180	0,7120	0,7059	0,6997	0,6934	0,6870
BTCIM	0,7088	0,7027	0,6964	0,6901	0,6836	0,6771	0,6704	0,6636	0,6568	0,6498
BUCIM	0,7211	0,7152	0,7091	0,7030	0,6967	0,6904	0,6839	0,6774	0,6707	0,6640
BURCE	0,7539	0,7485	0,7430	0,7374	0,7318	0,7260	0,7201	0,7142	0,7081	0,7019
CCOLA	0,7058	0,6996	0,6933	0,6869	0,6803	0,6737	0,6670	0,6602	0,6533	0,6463
CELHA	0,7440	0,7385	0,7328	0,7270	0,7212	0,7152	0,7092	0,7031	0,6968	0,6905
CEMTS	0,7353	0,7296	0,7238	0,7179	0,7119	0,7058	0,6996	0,6933	0,6869	0,6804
CIMSA	0,8055	0,8011	0,7966	0,7920	0,7874	0,7826	0,7778	0,7728	0,7678	0,7627
CMBTN	0,7280	0,7222	0,7162	0,7102	0,7041	0,6978	0,6915	0,6851	0,6785	0,6719
CMENT	0,6999	0,6936	0,6872	0,6807	0,6741	0,6674	0,6606	0,6537	0,6467	0,6396
COMDO	0,6950	0,6886	0,6821	0,6756	0,6689	0,6621	0,6552	0,6482	0,6411	0,6339
DENCM	0,7296	0,7238	0,7179	0,7119	0,7058	0,6996	0,6933	0,6869	0,6804	0,6738

Ek-2 (Devamı)

Hisse Kodu	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DERIM	0,8058	0,8014	0,7969	0,7923	0,7877	0,7829	0,7781	0,7731	0,7681	0,7630
DESA	0,7688	0,7637	0,7585	0,7532	0,7479	0,7424	0,7368	0,7311	0,7253	0,7195
DEVA	0,7770	0,7720	0,7670	0,7619	0,7566	0,7513	0,7459	0,7403	0,7347	0,7290
DITAS	0,7330	0,7272	0,7214	0,7155	0,7094	0,7033	0,6970	0,6907	0,6842	0,6777
DMSAS	0,7396	0,7340	0,7283	0,7225	0,7165	0,7105	0,7044	0,6981	0,6918	0,6854
DURDO	0,7894	0,7846	0,7798	0,7749	0,7700	0,7649	0,7597	0,7544	0,7491	0,7436
DYOBY	0,7472	0,7417	0,7361	0,7304	0,7246	0,7187	0,7127	0,7066	0,7004	0,6941
EGEEN	0,7611	0,7559	0,7505	0,7451	0,7396	0,7339	0,7282	0,7224	0,7165	0,7104
EGGUB	0,7319	0,7262	0,7203	0,7143	0,7083	0,7021	0,6959	0,6895	0,6830	0,6765
EGSER	0,7428	0,7373	0,7316	0,7258	0,7200	0,7140	0,7079	0,7017	0,6955	0,6891
ERBOS	0,7488	0,7433	0,7377	0,7321	0,7263	0,7205	0,7145	0,7084	0,7023	0,6960
EREGL	0,6735	0,6668	0,6599	0,6530	0,6460	0,6389	0,6317	0,6244	0,6170	0,6095
ERSU	0,7328	0,7271	0,7212	0,7153	0,7092	0,7031	0,6968	0,6905	0,6840	0,6775
FMIZP	0,8844	0,8817	0,8789	0,8760	0,8731	0,8701	0,8670	0,8639	0,8607	0,8575
FROTO	0,6563	0,6494	0,6423	0,6351	0,6279	0,6205	0,6130	0,6055	0,5978	0,5901
GENTS	0,7839	0,7791	0,7742	0,7692	0,7641	0,7589	0,7536	0,7482	0,7427	0,7372
GEREL	0,7385	0,7328	0,7271	0,7212	0,7153	0,7092	0,7031	0,6968	0,6905	0,6840
GOLTS	0,7911	0,7864	0,7816	0,7768	0,7718	0,7668	0,7616	0,7564	0,7511	0,7456
GOODY	0,6755	0,6688	0,6621	0,6552	0,6482	0,6411	0,6339	0,6266	0,6192	0,6118
GUBRF	0,7494	0,7439	0,7384	0,7327	0,7270	0,7211	0,7152	0,7091	0,7030	0,6967
HEKTS	0,8102	0,8059	0,8015	0,7971	0,7925	0,7878	0,7831	0,7783	0,7733	0,7683
HURGZ	0,7295	0,7237	0,7178	0,7118	0,7057	0,6995	0,6932	0,6868	0,6803	0,6737
IHEVA	0,6965	0,6901	0,6837	0,6771	0,6704	0,6637	0,6568	0,6499	0,6428	0,6356
IPEKE	0,9920	0,9918	0,9916	0,9914	0,9912	0,9910	0,9907	0,9905	0,9903	0,9900
IZMDC	0,7397	0,7340	0,7283	0,7225	0,7166	0,7105	0,7044	0,6982	0,6918	0,6854
IZOCM	0,7823	0,7774	0,7725	0,7674	0,7623	0,7571	0,7518	0,7464	0,7408	0,7352
KARSN	0,6773	0,6707	0,6639	0,6570	0,6501	0,6430	0,6359	0,6286	0,6213	0,6138
KARTN	0,7486	0,7431	0,7375	0,7319	0,7261	0,7202	0,7143	0,7082	0,7020	0,6958
KLMSN	0,7521	0,7467	0,7412	0,7356	0,7299	0,7241	0,7182	0,7122	0,7061	0,6999
KNFRT	0,8187	0,8146	0,8103	0,8060	0,8016	0,7972	0,7926	0,7879	0,7832	0,7784
KONYA	0,8021	0,7976	0,7930	0,7884	0,7837	0,7788	0,7739	0,7689	0,7638	0,7586
KORDS	0,6696	0,6629	0,6560	0,6490	0,6419	0,6348	0,6275	0,6201	0,6127	0,6051
KOZAA	0,9931	0,9929	0,9928	0,9926	0,9924	0,9922	0,9920	0,9918	0,9916	0,9914
KRSTL	0,6904	0,6840	0,6774	0,6708	0,6640	0,6572	0,6502	0,6432	0,6360	0,6288
KUTPO	0,7512	0,7457	0,7402	0,7346	0,7289	0,7230	0,7171	0,7111	0,7050	0,6988
MERKO	0,7514	0,7459	0,7404	0,7348	0,7291	0,7233	0,7174	0,7113	0,7052	0,6990

Ek-2 (Devamı)

Hisse Kodu	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MNDRS	0,7600	0,7547	0,7494	0,7439	0,7384	0,7327	0,7269	0,7211	0,7151	0,7091
MRDIN	0,9743	0,9736	0,9730	0,9723	0,9716	0,9709	0,9702	0,9695	0,9687	0,9679
MRSHL	0,7627	0,7575	0,7521	0,7467	0,7412	0,7356	0,7299	0,7241	0,7182	0,7122
NUHCM	0,7368	0,7312	0,7254	0,7195	0,7135	0,7074	0,7013	0,6950	0,6886	0,6821
OLMIP	0,6921	0,6857	0,6792	0,6725	0,6658	0,6590	0,6521	0,6450	0,6379	0,6307
OTKAR	0,7242	0,7183	0,7123	0,7062	0,7000	0,6937	0,6873	0,6808	0,6742	0,6674
PARSN	0,7390	0,7334	0,7276	0,7218	0,7158	0,7098	0,7037	0,6974	0,6911	0,6846
PENGD	0,7041	0,6978	0,6915	0,6851	0,6785	0,6719	0,6651	0,6583	0,6514	0,6443
PETKM	0,6487	0,6417	0,6345	0,6272	0,6198	0,6124	0,6048	0,5971	0,5894	0,5815
PETUN	0,7128	0,7067	0,7005	0,6942	0,6878	0,6814	0,6748	0,6681	0,6613	0,6544
PIMAS	0,7388	0,7331	0,7274	0,7215	0,7156	0,7096	0,7034	0,6972	0,6908	0,6844
PINSU	0,8331	0,8293	0,8253	0,8213	0,8172	0,8131	0,8088	0,8045	0,8001	0,7956
PNSUT	0,6950	0,6887	0,6822	0,6756	0,6689	0,6621	0,6552	0,6483	0,6412	0,6340
PRKAB	0,6901	0,6836	0,6771	0,6704	0,6637	0,6568	0,6498	0,6428	0,6356	0,6284
PRKME	0,9786	0,9780	0,9775	0,9769	0,9764	0,9758	0,9752	0,9745	0,9739	0,9733
SARKY	0,7442	0,7387	0,7330	0,7273	0,7215	0,7155	0,7095	0,7033	0,6971	0,6907
SASA	0,6542	0,6472	0,6401	0,6329	0,6256	0,6182	0,6107	0,6031	0,5955	0,5877
SILVR	0,7640	0,7588	0,7536	0,7482	0,7427	0,7371	0,7314	0,7257	0,7198	0,7138
SKTAS	0,7138	0,7078	0,7016	0,6953	0,6889	0,6825	0,6759	0,6692	0,6624	0,6555
SODA	0,6828	0,6762	0,6695	0,6628	0,6559	0,6489	0,6418	0,6347	0,6274	0,6200
TATGD	0,6819	0,6753	0,6686	0,6618	0,6549	0,6479	0,6409	0,6337	0,6264	0,6190
TIRE	0,6891	0,6826	0,6761	0,6694	0,6626	0,6557	0,6488	0,6417	0,6345	0,6272
TOASO	0,6351	0,6279	0,6205	0,6130	0,6055	0,5978	0,5901	0,5823	0,5743	0,5663
TRCAS	0,5623	0,5541	0,5459	0,5376	0,5292	0,5207	0,5121	0,5035	0,4948	0,4861
TRKCM	0,7120	0,7059	0,6997	0,6934	0,6870	0,6805	0,6739	0,6672	0,6603	0,6534
TTRAK	0,7673	0,7622	0,7570	0,7517	0,7462	0,7407	0,7351	0,7294	0,7236	0,7177
TUDDF	0,7026	0,6963	0,6900	0,6835	0,6770	0,6703	0,6635	0,6567	0,6497	0,6427
TUKAS	0,6770	0,6704	0,6636	0,6567	0,6498	0,6427	0,6356	0,6283	0,6209	0,6135
TUPRS	0,6641	0,6572	0,6503	0,6432	0,6361	0,6288	0,6215	0,6140	0,6065	0,5988
ULKER	0,6494	0,6423	0,6352	0,6279	0,6205	0,6131	0,6055	0,5979	0,5901	0,5823
UNYEC	0,9217	0,9198	0,9179	0,9159	0,9138	0,9118	0,9096	0,9075	0,9052	0,9030
USAK	0,7780	0,7730	0,7680	0,7629	0,7577	0,7524	0,7470	0,7415	0,7359	0,7302
VESBE	0,7016	0,6953	0,6889	0,6824	0,6759	0,6692	0,6624	0,6555	0,6485	0,6415
VESTL	0,6240	0,6166	0,6091	0,6015	0,5938	0,5860	0,5781	0,5701	0,5620	0,5539
VKING	0,7579	0,7526	0,7471	0,7417	0,7361	0,7304	0,7246	0,7187	0,7127	0,7066
YATAS	0,7702	0,7651	0,7600	0,7547	0,7493	0,7439	0,7383	0,7327	0,7269	0,7211
YUNSA	0,7492	0,7437	0,7382	0,7325	0,7267	0,7209	0,7149	0,7089	0,7027	0,6965

Ek-3 Kesişim Portföylerine Ait Ortalama Getiriler

Dönem	**SHE**	**SHI**	**SLE**	**SLI**	**BHE**	**BHI**	**BLE**	**BLI**
2005 Temmuz-2006 Haziran	5,03%	2,56%	3,61%	2,24%	7,29%	2,51%	3,45%	3,07%
2006 Temmuz-2007 Haziran	4,56%	3,04%	3,60%	2,19%	1,24%	2,89%	2,59%	2,98%
2007 Temmuz-2008 Haziran	1,03%	0,28%	-1,66%	-2,20%	-4,53%	-1,58%	-1,65%	-1,92%
2008 Temmuz-2009 Haziran	3,01%	2,55%	2,54%	2,40%	0,48%	1,84%	1,25%	0,82%
2009 Temmuz-2010 Haziran	3,73%	4,71%	9,71%	2,56%	5,81%	4,95%	4,56%	3,57%
2010 Temmuz-2011 Haziran	4,90%	5,69%	4,39%	2,84%	7,07%	4,16%	3,56%	2,98%
2011 Temmuz-2012 Haziran	-0,33%	-1,23%	0,11%	0,74%	3,72%	-0,81%	0,32%	0,75%
2012 Temmuz-2013 Haziran	0,83%	0,56%	-0,25%	-1,53%	0,59%	1,80%	0,13%	1,94%
2013 Temmuz-2014 Haziran	2,31%	1,90%	2,05%	0,80%	0,77%	1,54%	0,99%	0,97%
2014 Temmuz-2015 Haziran	1,55%	1,25%	3,33%	3,43%	2,92%	2,58%	1,61%	1,76%

Ek-4 Faktör değerleri dönemsel ortalamaları

Dönem	**MRP**	**SMB**	**HML**	**EMI**
2005 Temmuz-2006 Haziran	1,70%	-0,72%	1,26%	2,25%
2006 Temmuz-2007 Haziran	0,86%	0,93%	0,09%	0,22%
2007 Temmuz-2008 Haziran	-3,13%	1,78%	0,66%	-0,35%
2008 Temmuz-2009 Haziran	-0,03%	1,53%	0,22%	-0,08%
2009 Temmuz-2010 Haziran	2,88%	0,46%	-0,30%	2,01%
2010 Temmuz-2011 Haziran	0,80%	0,01%	2,01%	1,06%
2011 Temmuz-2012 Haziran	-0,60%	-1,17%	-0,14%	1,09%
2012 Temmuz-2013 Haziran	1,20%	-1,21%	0,87%	-0,36%
2013 Temmuz-2014 Haziran	-0,23%	0,70%	0,43%	0,23%
2014 Temmuz-2015 Haziran	-0,16%	0,18%	-0,46%	0,10%

ÖZGEÇMİŞ

Emrah BALKAN, 1984 yılında Denizli'de doğdu. 2002 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümünü kazandı ve 2007 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl özel bir bankada Mali Tahlil Uzmanı olarak çalışmaya başladı. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sermaye Piyasaları ve Finans alanında İşletme Yüksek Lisansını 2009 yılında tamamladı. 2010 yılında Güney Ege Kalkınma Ajansı'nda uzman olarak çalışmaya başladı. 2011 yılında Pamukkale Üniversitesi İşletme ABD, Genel İşletme Doktora programına başladı. Evli ve bir çocuk babası olan BALKAN, halen Güney Ege Kalkınma Ajansı'nda çalışmaktadır.