

KB 1040 P 10/02
2002

**ARBITRAJ FİYATLAMA TEORİSİ ve
İ.M.K.B.'DE UYGULANABİLİRLİĞİNİN
TEST EDİLMESİ**

Arda SÜRMEİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir-2004

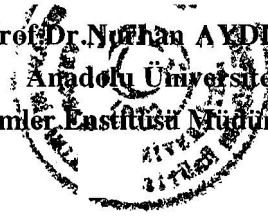
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Arda SÜRMELE'nin "Arbitraj Fiyatlama Teorisi ve İ.M.K.B.'de Uygulanabilirliğinin Test Edilmesi" başlıklı tezi 13 Eylül 2004 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, İşletme (Finansman) Anabilim Dalında, yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof.Dr.Nurhan AYDIN
Üye : Doç.Dr.Mustafa ÖZER
Üye : Yrd.Doç.Dr.Mehmet BAŞAR

Prof.Dr.Nurhan AYDIN
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü



İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT.....	iii
JÜRİ ve ENSTİTÜ ONAYI.....	iv
ÖZGEÇMİŞ	v
ÖNSÖZ	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

MODERN PORTFÖY TEORİSİ ve SERMAYE VARLIKLARINI FİYATLAMA MODELİ

1. TEMEL KAVRAMLAR	3
1.1. Getiri ve Risk.....	3
1.2. Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski.....	5
2. MODERN PORTFÖY TEORİSİ.....	7
3. SERMAYE VARLIKLARINI FİYATLAMA MODELİ.....	9

İKİNCİ BÖLÜM

ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ

1. ARBİTRAJ KAVRAMI	14
2. ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ’NİN DOĞUŞU	14
2.1. Arbitraj İşlemlerinin Denge Sağlamadaki Rolü.....	15
2.2. Arbitraj Fiyatlama Teorisi’nin Varsayımları	16
3. ARBİTRAJ FİYATLAMA MODELLERİ.....	19

3.1. Tek Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli ve Arbitraj Fiyatlama Doğrusu.....	19
3.2. İki Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli ve Arbitraj Fiyatlama Düzlemi.....	24
3.3. “k” Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli	25
3.4. Arbitraj Fiyatlama Modelinde Faktörler	29
3.4.1. Gözlemlenemeyen Risk Faktörleri.....	29
3.4.2. Gözlemlenebilir Risk Faktörleri.....	38
3.5. Sermeye Varlıklarını Fiyatlama Modeli İle Arbitraj Fiyatlama Modeli Arasındaki İlişki	41
3.5.1. Tek Faktörlü Modeller Arasındaki İlişki.....	43
3.5.2. Çok Faktörlü Modeller Arasındaki İlişki	44

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ’NİN İ.M.K.B.’DE UYGULANABİLİRLİĞİNİN TEST EDİLMESİ

1. GİRİŞ	47
2. ARAŞTIRMANIN AMACI	47
3. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	48
4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİLER	49
4.1. Portföy Getirileri.....	49
4.2. Makroekonomik Risk Faktörleri	53
5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ ve MAKROEKONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ.....	55
5.1. Araştırmanın Yöntemi	55
5.2. Makroekonomik Risk Faktörlerinin Belirlenmesi	56
6. MODELİN YARATILMASI VE TAHMİN AŞAMALARI	59
7. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	66
KAYNAKÇA.....	68

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Arbitraj Fiyatlama Denklemi'nde Yer Alan "k" Adet Risk Faktörüne Ait Faktör Risk Primlerinin %95 Anlamlılık Seviyesinde Anlamlı Olanların Grup Yüzdesi	33
Tablo 2. Uygulamada Kullanılan Hisse Senetleri ve Ait Oldukları Sektörler	50
Tablo 3. Portföyler ve Kapsadıkları Hisse Senetleri	52
Tablo 4. Literatürde Kullanılmış Olan Makroekonomik Değişkenler	54
Tablo 5. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi I	56
Tablo 6. Johansen Eşbütünleşme Test Değerleri	58
Tablo 7. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi II	59
Tablo 8. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi III	59
Tablo 9. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri I	60
Tablo 10. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri II	62
Tablo 11. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri III	63
Tablo 12. Beta Katsayılarına Ait Risk Primleri ve p-değerleri	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Portföyde Yer Alan Menkul Kıymet Sayısı ile Sistemik ve Sistemik Olmayan Risk Arasındaki İlişki.....	5
Şekil 2. Etkin Sınır.....	8
Şekil 3. Riski Sevmeyen Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri ve Optimum Portföyü.....	9
Şekil 4. Riski Seven Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri ve Optimum Portföyü	9
Şekil 5. Arbitraj Fiyatlama Doğrusu (AFD).....	23
Şekil 6. Arbitraj Fiyatlama Düzlemi.....	25

GİRİŞ

Yatırımcılar, tasarruf sahipleri ile bunlar arasındaki fon akımını sağlayan aracı kurumlar, bankalar, yatırım ortaklıkları ve yatırım fonları gibi aracı ve yardımcı kuruluşlardan oluşan, hisse senedi, tahvil ve benzeri pazarlanabilir menkul kıymetlerin işlem gördüğü sermaye piyasalarının¹ temel işlevi ekonomide sınırlı miktarda bulunan fonların etkin olarak dağıtımını ve yatırıma dönüştürülmesidir. Sermaye piyasalarının diğer önemli işlevleri; mülkiyeti tabana yayma, likidite sağlama, işletmeler üzerinde kontrolü artırma, şeffaflığı sağlama, ekonomik bir gösterge olma ve fiyat oluşturma olarak sıralanabilir.

Günümüzde gelişen sermaye piyasalarında bulunan yatırım seçenekleri arasından tercih yapıp karar almak oldukça zor bir hale gelmiştir. Yatırımcılar, yatırım kararlarını alırken ekonomik, sosyal ve politik faktörleri göz önüne alarak ayrıntılı bir analiz yapmak zorundadırlar.

Sermaye piyasalarının işleyişinin anlaşılabilmesi ve diğer ekonomik kurumlarla nasıl bir ilişki içinde olduğunun ortaya konabilmesi için öncelikle fiyatlandırma mekanizmasının, katılımcılar tarafından anlaşılması gerekmektedir.

Fiyatlandırma mekanizması, varlık getiri oranlarında değişimlere neden olan kaynakların diğer bir deyişle fiyatlar üzerinde etkili olabilecek risk unsurlarının belirlenmesine, modern finans teorisine göre risk ile beklenen getiri arasındaki ilişkinin test edilmesine imkan vermektedir.

Finans teorisinde varlık getirilerindeki değişimi açıklamaya yönelik iki temel model bulunmaktadır. Bunlar 1952 yılında H. M. Markowitz tarafından geliştirilen Portföy Teorisi'nin² ışığı altında finansal varlıkların risk derecesi ile getirileri arasındaki ilişkiye dayanan varlık fiyatlama modelleridir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan ve ilk

¹ Başoğlu, U., Ceylan, Ali., Parasız, İ., **Finans: Teori, Kurum, Uygulama** (Bursa: Ekin Kitabevi,2001), s.11.

² Ayrıntılı bilgi için bkz. Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., **Investments** (New York: Prentice-Hall International, 1999), s.139-155.

fiyatlamaya teorisi, Sharpe³ (1964), Lintner⁴ (1965) ve Mossin⁵ (1966) tarafından birbirlerinden habersiz olarak geliştirdikleri Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (SVFM)'dir. SVFM'nin test edilmesinde yaşanan zorluklar ve SVFM'ye yöneltilecek bazı eleştirilerden dolayı 1976 yılında Stephen A. Ross⁶ tarafından SVFM'ye bir alternatif olan Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT) geliştirilmiştir.

Bu çalışmada AFT'nin kuramsal özellikleri ortaya konularak AFT'nin Türk hisse senedi piyasasında uygulanabilirliği araştırılmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde risk ve getiri kavramları açıklandıktan sonra Modern Portföy Teorisi ve Sermaye Piyasası Teorisi'nin bir ürünü olan SVFM'den genel olarak bahsedilecektir. Çalışmanın ikinci bölümünde arbitraj kavramı ve arbitraj süreci açıklanacaktır. Bu bölümde daha sonra AFT'nin varsayımları anlatılıp "Tek Faktörlü, İki Faktörlü ve Çok Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modelleri" incelenecektir. Çalışmanın ikinci bölümünde AFT'de yer alan risk faktörleri, Gözlemlenebilir ve Gözlemlenemeyen Risk Faktörleri olarak iki gruba ayrılarak kavramsal iddialar ortaya konulacak ve literatürde temel teşkil eden bazı ampirik çalışmalar incelenecektir. Bu bölümde son olarak AFT ile SVFM arasındaki ilişkiler ortaya konacaktır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, AFT, Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi yöntemi ile Ocak 1998 – Mart 2004 tarihleri arasında İ.M.K.B.'de işlem gören hisse senetleri getirileri kullanılarak test edilecektir. Bu test yardımıyla AFT'nin İ.M.K.B.'de geçerliliği ve risk-getiri arasındaki ilişkiye dayanarak hisse senetleri getiri oranlarında etkili olan faktörler araştırılacaktır.

³ Ayrıntılı bilgi için bkz. Sharpe, F. W., "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk," *The Journal of Finance*, Vol.XIX, No.3, September, 1964, s.425-442.

⁴ Ayrıntılı bilgi için bkz. Lintner, J., "The Valuation of Risk Assets and Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets," *Review of Economics and Statistics*, February, 1965, s.13-37.

⁵ Ayrıntılı bilgi için bkz. Mossin, J., "Equilibrium in a Capital Market," *Econometrica*, October, 1966, s.768-783.

⁶ Ayrıntılı bilgi için bkz. Ross, A. S., "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing," *Journal of Economic Theory*, Vol. 13, 1976., s. 341-360.

BİRİNCİ BÖLÜM

MODERN PORTFÖY TEORİSİ ve SERMAYE VARLIKLARINI FİYATLAMA MODELİ

Modern Portföy Teorisi ve bunu temel alarak geliştirilen Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli (SVFM) ve Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT), risk ile getiri arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu nedenle risk ve getiri kavramlarının açıklanması ileriki bölümler için faydalı olacaktır.

1. TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Getiri ve Risk

Dönem başında yapılan yatırım tutarı ile dönem sonunda yatırımın ulaştığı yeni değer arasındaki fark getiri miktarıdır. Dönem sonunda elde bulunan servet ile dönem başındaki servet arasındaki farkın dönem başındaki servet tutarına bölünmesi ise getiri oranını vermektedir.

En genel anlamda risk, ölçülebilir belirsizlik olarak tanımlanabilir. Finans teorisinde ise risk, beklenen getiri oranının, yatırım dönemi sonunda gerçekleşen getiri oranından sapması olarak tanımlanabilir. Bu sapma pozitif bir sapma olabileceği gibi negatif de olabilir. Sermaye piyasalarında yatırımcıların karşılaşacakları riskler, sistematik risk (çeşitlendirilemeyen risk) ve sistematik olmayan risk (çeşitlendirilebilir risk) olarak iki grup altında toplanabilir.

Sistematik risk, ekonomik, politik ve sosyal yapı gibi dışsal kaynaklardan kaynaklanan, piyasadaki bütün menkul kıymetleri etkileyen ancak her menkul kıymete etkisi farklı seviyede olan, kontrol edilemeyen risk türüdür.¹ Ancak, çeşitlendirilemeyen

¹ Altay, E., *Sermaye Piyasası'nda Varlık Fiyatlama Teorileri*, (İstanbul: Derin Yayınları, 2004.), s.4. ayrıca bkz. Özçam, M., *Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi*, (Ankara: SPK Yayınları, Ekim, 1997.), s.9.

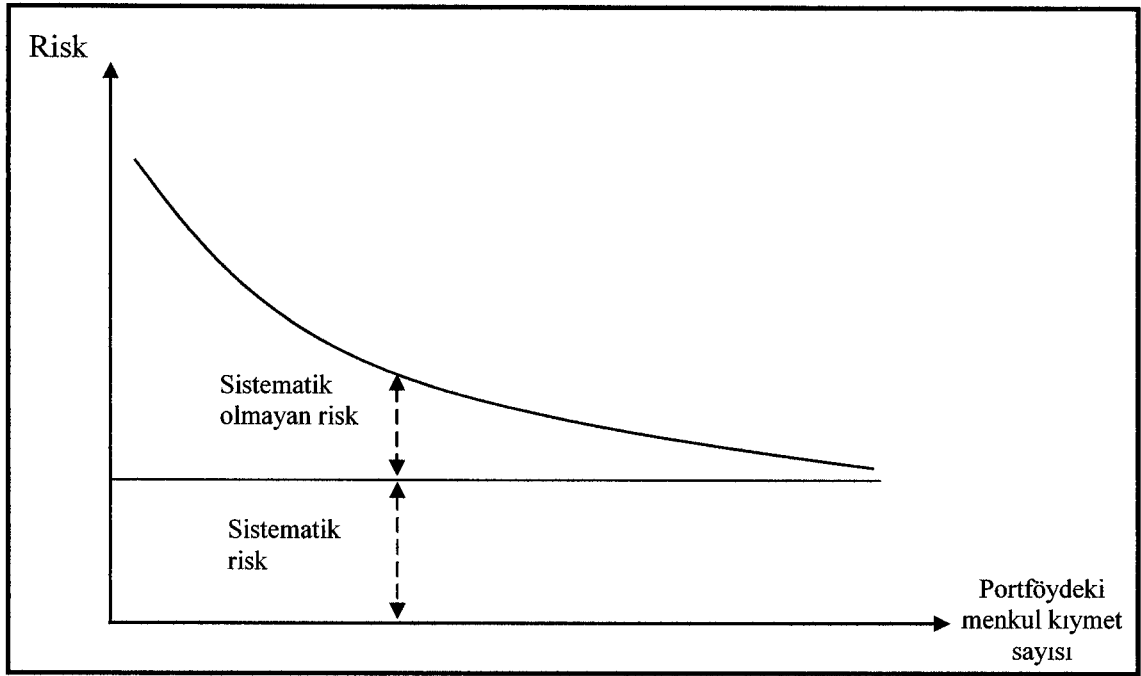
risk olarak kabul edilen sistematik riskin, uluslar arası çeşitlendirme ile azaltılması mümkün olabilmektedir. Sistematik risk unsurları; yatırımcı davranış ve tercihlerindeki değişimlerden kaynaklanan piyasa riski, fiyatlar genel seviyesindeki değişimlerden kaynaklanan satın alma gücü riski ve piyasa faiz oranlarındaki değişimlerden kaynaklanan faiz oranı riski olarak sıralanabilir.

Sistematik olmayan risk, menkul kıymetin veya ilgili işletmenin kendine ait özelliklerinden veya işletmenin faaliyet gösterdiği sektöre ait özelliklerden kaynaklanan, işletme ve sektör dışındaki diğer işletmeleri etkilemeyen, kontrol edilebilen ve elimine edilmesi mümkün olan bir risk türüdür. Sistematik olmayan risk unsurları; finansal risk, iş riski, likidite riski ve yönetim riski olarak sıralanabilir.

Bir menkul kıymetin toplam riski o menkul kıymete ait sistematik olmayan risk ve sistematik risk unsurlarının toplamına eşittir. Bir menkule kıymete ait sistematik olmayan risk ile diğer menkul kıymetlere ait sistematik olmayan riskler arasındaki korelasyonun sıfır olması, bu menkul kıymetlere ait sistematik olmayan risklerinin ortalamalarının sıfır olabilmesi anlamına gelmektedir.² Bu mantıkla farklı menkul kıymetlerin bir araya getirilmesi ile oluşturulacak bir portföyün toplam riski, sistematik olmayan risk unsurlarının çeşitlendirme ile elimine edilmesi nedeniyle sadece sistematik risk unsurlarının toplamına eşit olabilir.

Portföyde yer alan menkul kıymet sayısı ile sistematik ve sistematik olmayan risk arasındaki ilişki Şekil 1’de gösterilmektedir.

² Francis, J. C., **Investments Analysis and Management**, (5th Edt., New York: McGrawHill, 1991.) s.265.



Şekil 1. Portföyde Yer Alan Menkul Kıymet Sayısı İle Sistematik Ve Sistematik Olmayan Risk Arasındaki İlişki.

Menkul kıymetlerde söz konusu olan risk, beklenen getirilerin varyansı veya varyansın karekökü olan standart sapma ile ölçülür. Bu değerler bir menkul kıymet için ne kadar yüksekse menkul kıymete ait risk miktarı da o kadar yüksektir.

1.2. Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski

Bir portföyün beklenen getirisi ve riski, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin portföy içindeki ağırlıklarına, menkul kıymetlerin bireysel beklenen getirilerine ve bireysel risklerine bağlıdır.

Bir menkul kıymetin beklenen getirisi, olasılık dağılımı altında aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$E(R_i) = \sum_{j=1}^n P_j R_{ij}$$

$E(R_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı

P_j : “j” durumunun gerçekleşme olasılığı

R_{ij} : “j” durumunun gerçekleşmesi durumunda “i” varlığının potansiyel getiri oranı

Bir menkul kıymetin risk derecesini gösteren standart sapma da aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\sigma_i = \left[\sum_{j=1}^n P_j [R_{ij} - E(R_i)]^2 \right]^{1/2} \quad \text{Denklem 1}$$

σ_i : “i” varlığının standart sapması

Farklı menkul kıymetlerden oluşan bir portföyün beklenen getiri oranı ve risk derecesi aşağıdaki formüllerin yardımı ile ölçülebilir.

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n X_i E(R_i) \quad \text{Denklem 2}$$

$E(R_p)$: portföyün beklenen getiri oranı

$E(R_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı

X_i : “i” varlığının portföy içindeki ağırlığı

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n X_i X_k \sigma_{ik} \right]^{1/2} \quad \text{Denklem 3}$$

σ_p : portföyün standart sapması

X_i : “i” varlığının portföy içindeki ağırlığı

X_k : “k” varlığının portföy içindeki ağırlığı

σ_{ik} : “i” ve “k” varlıklarının getiri oranlarının kovaryansı

Denklem 3’te iki menkul kıymet arasındaki ilişkinin yönünü kovaryans katsayısı göstermektedir. Kovaryansın pozitif bir değer alması, iki menkul kıymetin aynı yönde değişim gösterdiklerini, negatif bir değer alması ters yönde değişim gösterdiklerini belirtir. Kovaryans katsayısının sıfır olması ise menkul kıymetler arasında herhangi bir doğrusal ilişkinin olmadığını belirtir. Kovaryans katsayısının her iki menkul kıymetin standart sapmalarına bölünmesi ile de “-1” ile “1” arasında bir değer alan korelasyon katsayısı bulunur. Korelasyon katsayısı menkul kıymetler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü göstermektedir.

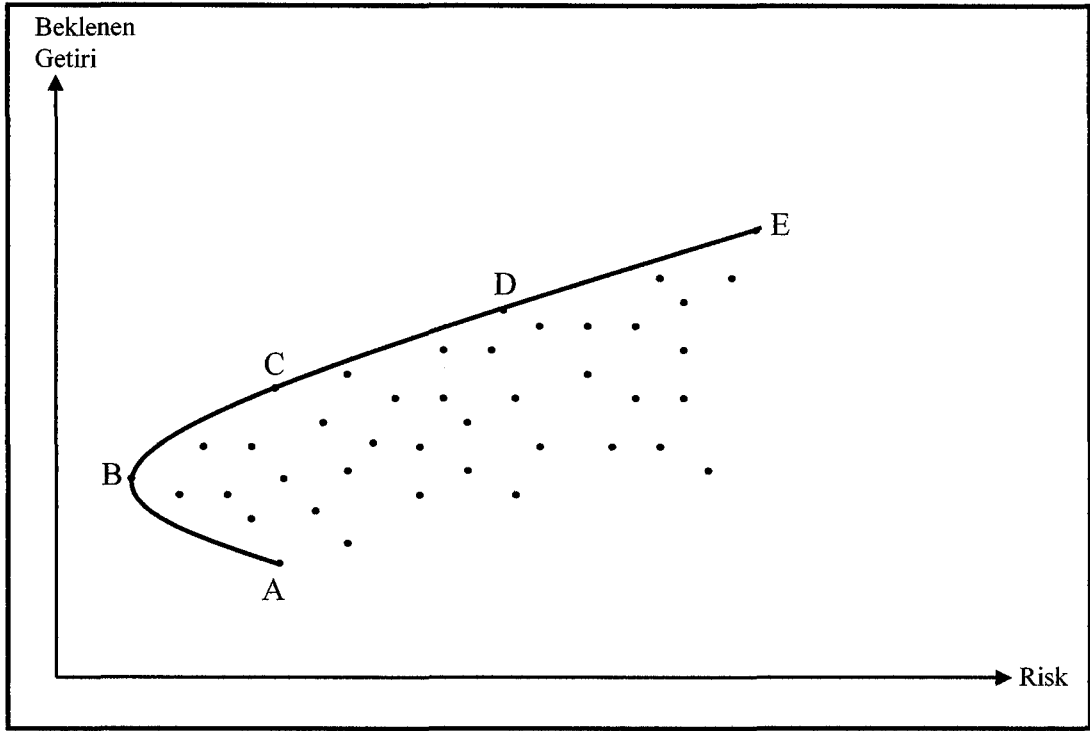
2. MODERN PORTFÖY TEORİSİ

Modern Portföy Teorisi’nden önce portföy yönetiminde risk sayısal olarak ele alınmamakta, yalnızca varlıkların ortalama getirileri dikkate alınmaktaydı. Markowitz, etkin portföylerin seçiminde riskin de ele alınması gerektiğini belirterek Modern Portföy Teorisi’nin temellerini atmıştır. Markowitz, belirli bir beklenen getiri oranı için en küçük riske sahip portföyleri veya belirli bir risk oranı için en yüksek getiriye sahip portföyleri etkin portföyler olarak tanımlamıştır. Ancak bu getiri-risk arasındaki ilişkinin yaratılmasında bir takım varsayımlar bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.³

- Yatırımcılar, getiriye sever riskten kaçınırlar
- Yatırımcılar karar vermede rasyonel davranırlar
- Yatırımcılar, beklenen faydayı maksimize etmeye çalışırlar.

Her bir menkul kıymetin farklı ağırlıklarda kullanılmasıyla birlikte ortaya sonsuz sayıda portföy seçenekleri çıkabilir. Ancak Markowitz’e göre bu sonsuz seçenek arasından ilgilenilmesi gereken portföyler sadece etkin portföylerdir. Etkin portföyler ise etkin sınır üzerinde bulunmaktadır. Etkin Sınır, Şekil 2’de gösterilmektedir.

³ Alpan, F., Tevfik, G., Tevfik, T. A., *Excel ile Finans*, (2. Basım, İstanbul: Literatür Yayıncılık, Kasım 2000.), s.474.



Şekil 2. Etkin Sınır.

Kaynak: Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., *Investments*, (New York: Prentice-Hall International, 1999.), s.172.

Etkin portföyler sınırının hesaplanmasında, hisse senetlerine ait standart sapma, getiri ve hisse senetleri arasındaki korelasyon değerlerinin veri olarak kullanıldığı doğrusal programlamanın bir çeşidi olan kuadratik programlama kullanılabilir.⁴

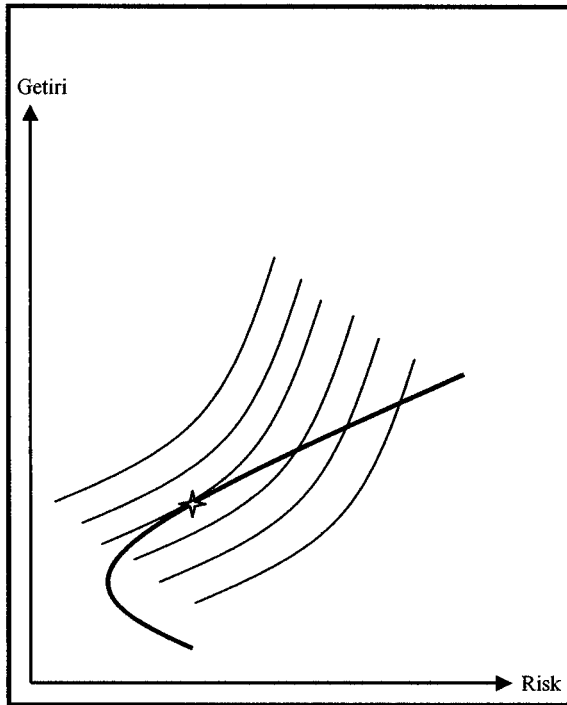
Etkin Sınır üzerinde sonsuz sayıda portföyler bulunmaktadır. Markowitz'e göre yatırımcılar, bu sonsuz seçenek içinden kendilerine en uygun olan portföyü seçmeli ve bu seçim için kayıtsızlık eğrilerini ya da fayda fonksiyonlarını kullanmalıdırlar.⁵ Bu eğriler bir yatırımcının risk tercihlerini "x" ekseninde, getiri tercihlerini de "y" ekseninde göstermektedirler. Optimum portföyü bulmak için portföylerin bulunduğu düzleme yatırımcıya ait kayıtsızlık eğrileri çizilir. Optimum portföy, yatırımcıya ait bir kayıtsızlık eğrisi ile etkin sınırın birbirine teğet olduğu noktada olacaktır. Yatırımcıya ait kayıtsızlık eğrilerinin durumu yatırımcının risk tercihine göre değişecektir. Riski

⁴ Korkmaz, K. T., Özdemir, A. M., "Varlık Fiyatlama Modelleri," *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, Sayı.35, Mart-Nisan 2004, s.66-81.

⁵ Niyazi, B., *Finansal Yönetim*, (6. Baskı, Ankara:Türkmen Kitabevi, 2002.), s.387.

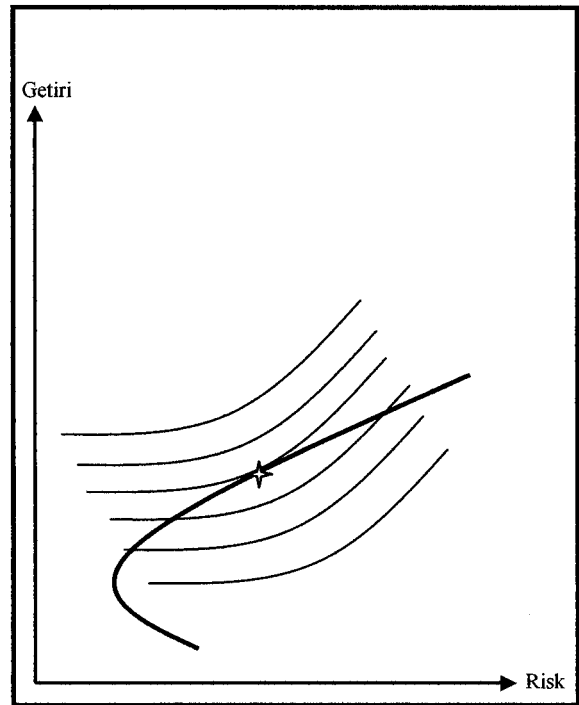
sevmeyen (risk averse) bir yatırımcının kayıtsızlık eğrileri, riskli seven (risk seeker) yatırımcılara göre daha dik olacaktır.

Yatırımcıların risk tercihine göre kayıtsızlık eğrileri ve optimum portföy aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir.



Şekil 3. Riski Sevmeyen Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri ve Optimum Portföyü

Kaynak: Altay, E., 2004, a.g.e., s.32. ayrıca bkz. Özçam, M., a.g.e., s.14.



Şekil 4. Riski Seven Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri ve Optimum Portföyü

Kaynak: Altay, E., 2004, a.g.e., s.32. ayrıca bkz. Özçam, M., a.g.e., s.14.

3. SERMAYE VARLIKLARINI FİYATLAMA MODELİ (SVFM)

Sermaye Piyasası Teorisi, Markowitz'in ortaya koyduğu portföy teorisini geliştirerek bütün riskli varlıkların fiyatlandırılması için bir model oluşturmuştur. Bu teorinin ürünü olan SVFM, tek bir değişkene dayanmakta, bağımsız değişken olarak piyasa portföyünü kabul etmekte ve tüm riskli menkul kıymetlerin getirilerini, piyasa portföyünün getirisi ile açıklamaya çalışmaktadır.

SVFM'ye göre bir menkul kıymetin getirisi, çeşitlendirilemeyen (sistemik) riskin ve çeşitlendirilebilen (sistemik olmayan) riskin toplamına bağlıdır. Bununla birlikte, etkin çeşitlendirilmiş bir portföyde sistemik olmayan risk tamamen elimine edilmekte ve yalnız sistemik risk kalmaktadır.⁶

Varlık getiri oranlarının, piyasa risk primi ile hisse senedine ait beta katsayısı çarpımının, risksiz faiz oranı ile toplamından oluştuğunu ifade eden SVFM'nin beta katsayısı cinsinden ifadesi Denklem 4'te ve kovaryans cinsinden ifadesi de Denklem 5'te gösterilmektedir.

$$R_i = R_f + (R_m - R_f) \beta_i \quad \text{Denklem 4}$$

R_i : "i" varlığının beklenen getirisi

R_f : Risksiz faiz oranı

R_m : Piyasa portföyünün beklenen getirisi

$(R_m - R_f)$: Piyasa risk primi

β_i : "i" varlığının beta katsayısı, piyasa riski ile ilgili olarak "i" varlığının çeşitlendirilemeyen riski

$$R_i = R_f + \left(\frac{(R_m - R_f)}{\sigma_m^2} \right) \sigma_{im} \quad \text{Denklem 5}$$

σ_m^2 : Pazar portföyü beklenen getiri oranının standart sapması

σ_{im} : "i" varlığının beklenen getiri oranının pazar portföyünün beklenen getiri oranı ile olan kovaryansı

⁶ Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., a.g.e., s.227-250.

SVFM, yatırım kararı alınan menkul kıymetin, sahip olduğu riske uygun bir getiri sağlayıp sağlamadığını araştırmakta, hatta henüz pazarda işlem görmeye başlamamış bir varlığın sağlaması gereken getiri oranını açıklamaktadır.⁷

Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966) tarafından geliştirilen standart SVFM’de yer alan ve gerçek hayata uymayan varsayımların kaldırılması veya değiştirilmesi sonucunda SVFM’nin değişik formları ortaya çıkmıştır. Bu formlar “Sıfır Beta Modeli, Tüketim Temelli Model ve Çok Betalı Model” olarak sıralanabilir.⁸

Sıfır Betalı Model’de, piyasadan istenilen miktarda risksiz faiz oranı üzerinden borç alma veya piyasaya istenilen miktarda risksiz faiz oranı üzerinden borç verme olanağı olduğunu belirten varsayım yer almamaktadır.⁹ Bu modelde, pazar portföyü ile kovaryansı sıfır olan ve dolayısıyla betası sıfır olan portföylerden hareket edilmektedir. Ancak piyasada bulunan varlıkların birçoğunun korelasyon katsayılarının pozitif olması nedeniyle açığa satış yapılmadan sıfır betalı bir portföy elde etmek neredeyse imkansızdır. Sıfır Betalı Model’in geçerliliği için açığa satılabilir risksiz bir varlık ya da açığa satış olanaklarının mümkün olması gerekmektedir.¹⁰ Sıfır Betalı Model, Denklem 6’da görülebilir.

$$R_i = R_z + (R_m - R_z) \beta_i$$

Denklem 6

R_z : Sıfır betaya sahip portföyün beklenen getirisi

SVFM’nin standart formu, değerlendirmede tek dönemli bir süreci göz önüne almaktadır. Fakat gerçek hayatta yatırımcıların herhangi bir zamanda verdikleri yatırım kararı, ömür boyunca tüketim fayda fonksiyonlarını maksimize etmeye çalışan birçok yatırım kararlarının sadece bir aşamasını temsil etmektedir. Bu gerçekten hareketle

⁷ Karan, B. M., **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi** (Ankara: Gazi Kitabevi, 2001), s.195-215.

⁸ Reilly, F. K., Brown, K. C., **Investment Analysis and Portfolio Management** (5th Edt., New York: The Dryden Press, 1997), s.305-311.

⁹ Elton, E. J. and Gruber, J. M., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis** (New York: John Wiley&Sons, Inc., 1995), s.317-320.

¹⁰ Copeland, T. E. and Weston J. F., **Financial Theory and Corporate Policy** (3rd Edt. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1988), s.207-208.

Breden¹¹ ve Rubinstein¹² sermaye piyasalarındaki denge olgusuna tek dönemli bakış yerine çok dönemli bir yaklaşımda bulunmuşlar ve **Tüketim Temelli Model**'i geliştirmişlerdir. Bu modeldeki temel varsayım, yatırımcıların çok dönemli hayat boyu tüketim fayda fonksiyonlarını maksimize etmeleri ve getirilerin toplam tüketimdeki artış oranıyla doğrusal ilişki içinde olmasıdır.¹³

Tüketim Temelli SVFM aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$R_{it} = R_{it} + C_t \beta_i + e_{it}$$

Denklem 7

- R_{it} : “i” varlığının “t” zamanındaki getiri oranı
 C_t : “t” zamanındaki kişi başına toplam büyüme oranı
 β_i : “i” varlığının beta katsayısı
 e_{it} : hata terimi

Ancak Denklem 7’de yer alan doğrusal ilişkinin olabilmesi için parametrelerin zaman boyunca sabit olması, hata terimlerinin birbirleriyle ve toplam tüketimdeki artış oranıyla korelasyonlarının sıfır olması ve de hata terimlerinin ortalamasının sıfır olması gerekmektedir.¹⁴

Çok dönemli bir başka model de **Çok Betalı Model**’dir. Merton¹⁵ tarafından ortaya konulan Çoklu Beta Modeli’ne göre, belirsizlik sadece varlıkların gelecekteki değerleriyle değil, birden çok risk faktörlerine olan duyarlılıkları ile belirlenecektir. Varlık fiyatlarının, Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT) gibi bir çok risk faktöründen etkilendiğini varsayan Çok Betalı SVFM denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

¹¹ Breeden, T. D., “An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities,” *Journal of Financial Economics*, Vol.7 (1979), s.265-296.

¹² Rubinstein, M., “The Valuation of Uncertain Income Streams and the Pricing of Options,” *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol.7 (1976), s.407-425.

¹³ Özçam, M., *Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi*, (Ankara: SPK Yayınları, Ekim, 1997), s.23.

¹⁴ Altay, E., “Varlık Fiyatlama Modelleri: SVFM ve AFT ve İMKB’de Uygulaması.” (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001), s.114.

¹⁵ Merton, R., “An Intertemporal Capital Asset Pricing Model”, *Econometrica*, Vol.41., No.5., (September, 1973), s.867-888.

$$E(r_i) = R_f + [E(r_m) - R_f] b_{im} + [E(r_{I1}) - R_f] b_{iI1} + [E(r_{I2}) - R_f] b_{iI2} + \dots \quad \text{Denklem 8}$$

$E(r_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı

R_f : Risksiz faiz oranı

$E(r_m)$: Pazar portföyünün beklenen getiri oranı

b_{im} : “i” varlığının Pazar Portföyü’ne karşı duyarlılığı

$E(r_{Ij})$: “j” risk unsurunu hedge edecek portföyün getiri oranı

b_{iIj} : “i” varlığının “j” risk unsurunu hedge edecek portföye karşı duyarlılığı

Denklem 8’de yer alan hedge (korumalı) portföyleri, yatırımcılar tarafından oluşturulan ve yatırımcıların karşılaştıkları risk unsurlarını ortadan kaldıracak getiri oranı dalgalanma yapısına sahip portföylerdir. Ancak bu portföylerin nasıl oluşturulacağı açıkça belirtilmemektedir.

SVFM, varlık getirilerini açıklamak amacıyla birçok kez test edilmiştir. Bu testler sonucunda modele pek çok eleştiriler yöneltilmiştir. Bu eleştiriler genellikle SVFM’nin varsayımlarının gerçek dışı olması ve beta katsayısı ile varlık fiyatları arasındaki ilişkinin tam olarak kanıtlanamaması üzerinde yoğunlaşmaktadır.¹⁶ SVFM’ye yöneltilen bu eleştiriler ve test edilmesinde yaşanan zorluklar nedeniyle 1976 yılında Stephen A. Ross tarafından Arbitraj Fiyatlama Teorisi geliştirilmiştir.

¹⁶ Dumas, B. and Allaz, B., **Financial Securities Market Equilibrium & Pricing Methods**, (New York: Chapman & Hall, 1996), s.113-143.

İKİNCİ BÖLÜM

ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ

1. ARBİTRAJ KAVRAMI

Arbitraj, değişik piyasalarda aynı varlıkların aynı zamanda oluşan fiyat farklılıklarından yararlanmak üzere, varlığın fiyatının düşük olduğu piyasada alınıp, yüksek olduğu piyasada satılmasıdır. Bu işlemlerdeki temel amaç, fiyat farklılıklarından yararlanıp, risksiz kazanç elde etmektir.

2. ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ'NİN DOĞUŞU

SVFM'nin ortaya atılmasından itibaren, yapılan ampirik çalışmalarda SVFM, egemen ve modern portföy teorisinin temeli olmasına rağmen, bu süre içinde yapılan çalışmalar bir yandan da SVFM'nin geçerliliği hakkında bir takım kuşklar doğurmuştur.

SVFM'ye duyulan ilk kuşkları birbirinden farklı ama ilişkili olan teorilerle Hakansson, Mayers, Metron, Kraus ve Litzenberg, Ball, Basu, Reinganum, Roll çalışmalarında belirtmişlerdir.¹⁷ Bu çalışmalardaki ortak noktalar; ampirik çalışmalarda elde edilen beklenen getiri oranı ile risk arasındaki doğrusal ilişkinin teoriyi destekler sonuçlar vermemesi, gerçekçi olmayan varsayımlar ve modelin sınanmasında karşılaşılan zorluklardır.

Ross, AFT'nin SVFM'ye uygun bir alternatif olacağını belirtmekte ve nedenlerini aşağıdaki gibi sıralamaktadır:¹⁸

¹⁷ Ross, A. S., "An Emprical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *The Journal of Finance*, Vol. 35, No. 5, (December 1980), s.1073.

¹⁸ Ross, A. S., 1980, *a.g.e.*, s. 1074.

- Beklenen getiriler ile “k” faktör arasında doğrusal bir ilişki vardır.
- AFT, SVFM gibi sadece tek bir dönemle sınırlandırılmamaktadır.
- AFT, fiyatlamanın ortalamalar ve varyanslar tarafından etkileneceğini kabul eden SVFM’den daha genel bir modeldir. AFT’de yapılan sınırlamalar, yatırımcıların fayda fonksiyonlarına göre yapılmakta; fakat bu sınırlamalar, SVFM’ye göre daha az kısıtlayıcıdır.

AFT’nin SVFM’den iki temel farklılığı vardır. Bunlardan ilki, modelin tek fiyat kanununa dayanması; ikincisi ise, varlık getirilerinin birden çok faktör tarafından etkilenmesidir. Bu iki temel farklılık AFT’nin temelini oluşturmaktadır. AFT, varlıkların günlük fiyatlarını etkileyen bir çok faktörü önemsiz saymamakta, fakat büyük portföylerdeki varlıkların birlikte hareketini etkileyen büyük faktörler üzerinde daha çok durmaktadır. Etkin bir çeşitlendirme sonucunda varlıkların sistematik olmayan riskleri ortadan kalkacağından bu portföylerin getirileri esas olarak sistematik faktörlerden etkilenecektir. Buradaki nihai amaç, portföy oluşturma ve değerlendirilmesini daha anlaşılır kılmak ve performans arttırmaktır.¹⁹

2.1. Arbitraj İşlemlerinin Denge Sağlamadaki Rolü

Arbitrajcı, alım-satımı eşzamanlı gerçekleştirilmesi nedeniyle arbitraj işlemi için bir yatırım yapmamakta ve herhangi bir risk üstlenmemektedir.

Piyasalarda arbitraj mümkün olduğu için, farklı piyasalarda tek fiyat oluşacaktır. Arbitraj olanakları, aynı anda her varlık için tek fiyat oluşmasına neden olur ve buna “Tek Fiyat Kanunu” denir. Tek Fiyat Kanunu’na göre, aynı anda bir varlık için farklı yerlerde farklı fiyatlar oluşuyorsa arbitrajcılar varlığı ucuz olan piyasadan alıp, pahalı olan piyasada satarak net bir yatırım yapmadan risksiz pozitif bir getiri elde edeceklerdir. Arbitraj imkanı, aynı varlığın fiyatı, aynı anda her piyasada eşit oluncaya kadar devam edecektir. Arbitraj işlemleri, malın ucuz olduğu piyasada meydana gelecek talep artışının etkisiyle fiyatın artmasına ve malın pahalı olduğu piyasada da meydana

¹⁹ Roll, R., Ross, A. S., “The Arbitrage Pricing Theory: Approach to Strategic Portfolio Planning,” *Financial Analyst Journal*, Vol. 40, (May-June 1984), s.14-15.

gelecek arz artışının etkisiyle de fiyatın düşmesine neden olacaktır. Bu süreç, fiyatlar arasındaki fark ortadan kalkıp bir denge sağlanıncaya kadar devam edecek ve arbitraj imkanı mümkün olmayacaktır.²⁰

Tek Fiyat Kanuna göre, sermaye piyasalarında aynı risk düzeyine sahip varlıkların birbirine denk veya ikame yatırımlar olduğu kabul edilmekte ve bu nedenle beklenen getirilerinin de eşit olması beklenmektedir. Aksi takdirde aynı risk düzeyine sahip varlıklar için farklı fiyatlar oluşması durumunda piyasada denge bozulmakta ve arbitraj olanakları doğmaktadır.

Sonuç olarak piyasanın dengede olması, yatırımcıların ek bir yatırım yapmadan ve risk almadan pozitif bir getiri sağlama olanaklarının bulunmamasına bağlıdır.

2.2. Arbitraj Fiyatlama Teorisinin Varsayımları

Her teoride olduğu gibi ekonomik modellerde de açıklanan ilişkilerin geçerli olabilmesi için birtakım varsayımlar yapılması gerekmektedir. AFT için de belirlenmiş varsayımlar aşağıda sıralanmaktadır:

- **Arbitraj kârları imkansızdır:** Risk üstlenmeden, pozitif bir getiri elde etmek imkansızdır.²¹
- **Sermaye piyasaları tam rekabet altındadır:** Bu varsayım, sermaye piyasalarında işlem maliyetlerinin ve verginin olmadığı, bilginin etkin yayıldığı, yatırımların sonsuz sayıda parçaya bölünebileceği, ve yatırımcıların alım-satım yoluyla tek başlarına varlık fiyatlarını etkileyemeyeceği anlamına gelmektedir.²²

²⁰ Karan, B. M., a.g.e., s.247.

²¹ Huberman, G., "A Simple Approach to Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Economic Theory*, Vol.28, (1982), s.190.

²² Altay, E., 2001, a.g.e., s.200.

- **Yatırımcılar faydalarını maksimize etmeye çalışır ve riskten kaçınırlar:** Belirli bir risk düzeyinde en yüksek getiriye tercih ederken, belirli bir getiri düzeyinde de en düşük risk seviyesini tercih etmektedirler.²³
- **Modelde kullanılan varlık sayısı yeterli düzeydedir:** Markowitz'in geliştirdiği teoride etkin çeşitlendirmenin olabilmesi ve sistematik olmayan riskin ortadan kaldırılabilmesi için sınırsız sayıda varlığın bulunması ileri sunulmaktadır. Ancak sınırlı sayıda varlığın bulunduğu bir piyasada böyle bir varsayım geçerliliğini yitirmektedir. Connor (1984) ve Chen ve Ingersoll (1983) yaptıkları çalışmalarda iyi çeşitlendirilmiş portföylerin kullanılmasıyla sınırsız sayıda varlığın bulunmamasının fiyatlama ilişkisinde bir soruna yol açmayacağını ileri sürmüşlerdir. Ancak modelde kullanılacak varlık sayısı, modelde kullanılan faktör sayısından oldukça fazla olmalıdır.²⁴
- **Finansal varlıkların getiri oranları “k” adet risk faktörlü doğrusal bir model tarafından türetilmektedir:** AFT'de birden çok faktör yer almaktadır ve varlık getiri oranları bu faktörlerin doğrusal bir fonksiyonu olmaktadır.²⁵ Bu faktörler makro ekonomik değişkenler olabileceği gibi şirketlere ait faktörler de olabilir. SVFM'ye göre yatırımcılar bekledikleri getirileri ortalama-varyans'a dayalı bir modelle maksimize etmektedirler. SVFM'de fiyatlama ilişkisi, “Pazar Portföyü” olarak adlandırılan tek bir faktöre dayanmaktadır ve getiri oranlarındaki değişkenlik yalnızca bu faktör ile açıklanmaktadır. SVFM'ye yöneltilen eleştirilere ve kuşkulara bu anlayış sebep olmaktadır. Çünkü Pazar Portföyü'nün gözlemlenmesi ve deneysel testi oldukça zordur.²⁶

²³ Huberman, G., a.g.e., s.185.

²⁴ Reilly, F. K., Brown, K. C, a.g.e., s.323-330.

²⁵ Ross, S. A., 1976, a.g.e., s.342.

²⁶ Huberman, G., a.g.e., s.183.

“k” faktörlü model aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$R_i(t) = E[R_i(t)] + b_{i1}f_1(t) + b_{i2}f_2(t) + \dots + b_{ik}f_k(t) + \varepsilon_i(t) \quad \text{Denklem 9}$$

$i = 1, 2, \dots, N$

- $R_i(t)$: “i” varlığının, t zamanı sonunda gerçekleşen rassal getiri oranı
 $E[R_i(t)]$: “i” varlığının, t zamanı başındaki beklenen getiri oranı
 b_{ij} : “i” varlığının, “j” risk faktörüne karşı duyarlılığı ($j = 1, 2, \dots, k$)
 f_j : “j” risk faktörünün t zamanındaki değeri
 $\varepsilon_i(t)$: “i” varlığının, sistematik olmayan risk miktarı, hata terimi
 N : Modelde kullanılan varlık sayısı

Modelde kullanılan risk faktörleri birbirlerinden bağımsız iken varlıkların tamamı için ortaktır. Her bir faktörün beklenen değeri de sıfırdır.²⁷ Eğer faktörlerin tamamı sıfır ise gerçek getiri $R_i(t)$, beklenen getiri $E[R_i(t)]$ 'ye eşit olacaktır. Faktörlerde gerçekleşen beklenti dışı sapmalar, varlıkların getirilerini etkilemektedir.

Getirinin sistematik olmayan kısmının da değeri sıfır olacaktır. Çünkü sistematik olmayan risk çeşitlendirme yoluyla tamamen elimine edilmektedir. $E[\varepsilon_i(t)] = 0$

Her bir varlık için getirinin sistematik olmayan kısmı “i” malına özgü olduğundan, $\varepsilon_i(t)$ ve $\varepsilon_j(t)$ birbirinden bağımsız ve sıfır olacaklardır. Ayrıca, sistematik olmayan risklerin faktörlerle ilişkisiz olduğu kabul edilmektedir. Sonuç olarak her bir varlığın, her bir faktöre karşı tek bir duyarlılığa sahip olduğu ve bu faktörlerin her birinin, tüm varlıklar için aynı değerlere sahip oldukları varsayılmaktadır.

²⁷ Ross, A. S., 1976., a.g.e., s. 341-360.

3. ARBİTRAJ FİYATLAMA MODELLERİ

AFT’de varlık getiri oranlarının, “k” adet birbirinden bağımsız faktör tarafından belirlendiği varsayılmaktadır. Bu risk faktörleri, farklı zaman ve durumlarda finansal varlıklar üzerinde farklı etkilerde bulunurlar. Ancak bu faktörlerin kesin sayısı ve niteliği hakkında bir açıklama yapmak mümkün değildir ve varlık getiri oranları ile bu risk faktörleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Literatürde yer alan Arbitraj Fiyatlama Modellerini üç başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar; Tek Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli, İki Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli ve Çok Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli’dir.²⁸

3.1. Tek Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli ve Arbitraj Fiyatlama Doğrusu

Arbitraj Fiyatlama Modeli (AFM)’nin en basit şekli Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modelidir. Bu modelde sadece tek bir sistematik risk faktörünün varlık getiri oranlarını etkilediği varsayılmaktadır. Bir risk faktörü ile beklenen getiri oranı arasındaki ilişki doğrusal bir fonksiyonla gösterilmektedir. Bu fonksiyonun elde edilişi aşağıda açıklanmaktadır.²⁹

“1” ve “2” olarak adlandırılan iki varlık olduğu ve bu varlıkların getirilerinin “ $r_{1,t}$ ” ve “ $r_{2,t}$ ”; fiyatlarının da “ $p_{1,t}$ ” ve “ $p_{2,t}$ ” olduğu kabul edilirse varlıkların getiri oranları aşağıdaki gibi olacaktır:

$$r_{1,t} = E(r_1) + e_t = (p_{1,t} / p_{1,t-1}) - 1.0 \quad \text{Denklem 10}$$

$$r_{2,t} = E(r_2) + e_t = (p_{2,t} / p_{2,t-1}) - 1.0 \quad \text{Denklem 11}$$

²⁸ Haugen, A. R., **Modern Investment Theory**, (3rd Edt., New York: Prentice-Hall International, 1993), s.263-266.

²⁹ Francis, J. C., **Management of Investments**, (3rd Edt., New York: McGrawHill, 1993), s.636-644. *ayrıca bkz*, Francis, J. C., **Investments Analysis and Management**, (5th Edt., New York: McGrawHill, 1991), s.295-313. *ayrıca bkz*, Reilly, F. K., Brown, K. C, **a.g.e.**, s.322-325. *ayrıca bkz*, Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., **a.g.e.**, s.283-292.

Bu eşitliklerde yer alan rastlantısal terim olan e_t 'nin her iki varlık içinde aynı ve matematiksel değerinin sıfır olduğu varsayılmaktadır. Bu iki varlığın aynı risk seviyesine sahip oldukları düşünülürse Tek Fiyat Kanunu gereğince bu varlıklara yapılan yatırım ve dolayısıyla beklenen getirilerinin aynı olması gerekmektedir. $E(r_1) = E(r_2)$.

Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli'nde getiri oranlarının sadece tek bir sistematik risk faktöründen etkilendiği yukarıda belirtilmişti. Şimdi bu risk faktörü "F" olarak tanımlanırsa getiri oranlarını aşağıdaki lineer denklemlerle göstermek mümkündür.

$$r_{1,t} = a_1 + b_1 F_t \quad \text{Denklem 12}$$

$$r_{2,t} = a_2 + b_2 F_t \quad \text{Denklem 13}$$

Bu aşamada F_t 'nin rassal bir değişken ve beklenen F_t değerinin sıfır olduğu " $E(F_t) = 0$ " varsayılırsa F_t değeri sistematik risk faktöründeki beklenmeyen değişkenliği gösterirken, " b_i " değeri de lineer denklemin eğimini diğer bir deyişle varlık getiri oranlarının risk faktörüne karşı duyarlılığını gösterecektir.

$E(F) = 0$ kısıtından hareketle $bE(F) = 0$ olacak ve her iki varlık için de beklenen getiri oranları sabit terimlerine eşit olacaktır. Bu eşitlikler aşağıda gösterilmektedir.

$$E(r_1) = a_1 \quad \text{Denklem 14}$$

$$E(r_2) = a_2 \quad \text{Denklem 15}$$

Tek Fiyat Kanunu gereğince aynı risk seviyesine sahip bu iki varlık için $E(r_1) = a_1 = E(r_2) = a_2$ olacaktır.

“x” değerinin sıfır ile bir arasında bir değer olduğu ve “1” ve “2” numaralı varlıklardan oluşturulmuş bir portföyde “1” numaralı varlığa yapılan yatırımın ağırlığını gösterdiği varsayımı altında “2” numaralı varlığa yapılan yatırımın ağırlığı (1-x) olacaktır. Bu durumda bu iki varlıktan oluşturulmuş portföyün ağırlıklandırılmış ortalama getiri oranı aşağıdaki gibidir.

$$R_{p,t} = x r_{1,t} + (1-x) r_{2,t} \quad \text{Denklem 16}$$

Bu denklemdeki “ $r_{1,t}$ ” ve “ $r_{2,t}$ ” değerleri yerine bunların Denklem 12 ve Denklem 13’teki değerleri kullanılırsa portföyün ağırlıklandırılmış ortalama getiri oranı aşağıdaki gibi olacaktır.

$$R_{p,t} = x (a_1 + b_1 F_t) + (1-x) (a_2 + b_2 F_t) \quad \text{Denklem 17}$$

Denklem 17 düzenlenirse,

$R_{p,t} = x (a_1 - a_2) + a_2 + [x (b_1 - b_2) + b_2] F_t$ eşitliği elde edilecek ve bu iki varlıktan oluşmuş portföyü tamamen korumalı (hedge) hale getirecek “x” değeri³⁰ belirlenip kullanılırsa portföyün ağırlıklandırılmış ortalama getiri oranı Denklem 18’teki gibi olacaktır. Denklem 17’teki tek risk faktörü olan “F” elimine edilerek, tamamen risksiz bir portföy getirisi yaratılmıştır.

$$R_p = a_2 + \frac{b_2 (a_1 - a_2)}{b_2 - b_1} \quad \text{Denklem 18}$$

Dengede bulunan bir piyasada risksiz bir portföy yatırımının getirisi risksiz faiz oranına eşit olacağından “ R_p ” terimi risksiz faiz oranı getirisini temsil eden “ R_f ” ile değiştirilebilir. Bu durumda elde edilecek denklem aşağıdaki gibi olacaktır:

³⁰ $[x (b_1 - b_2) + b_2] = 0$ eşitliğini sağlayan $x = b_2 / (b_2 - b_1)$ değeri portföyün riskini tamamen elimine edecektir.

$$R_f = a_2 + \frac{b_2 (a_1 - a_2)}{b_2 - b_1} \quad \text{Denklem 19}$$

Denklem 19'daki eşitliğin her iki tarafı da $(b_2 - b_1)$ değeri ile çarpılırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$(a_1 - R_f) / b_1 = (a_2 - R_f) / b_2$$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan “ a_1 ” ve “ a_2 ” terimleri yerine Denklem 14 ve 15'teki eşitlikler kullanılırsa aşağıdaki genellemeleri yaparak faktör risk birimini temsil eden “ λ ” katsayısını bulmak mümkün olacaktır.

$$\frac{a_i - R_f}{b_i} = \frac{E(r_i - R_f)}{b_i} = \lambda$$

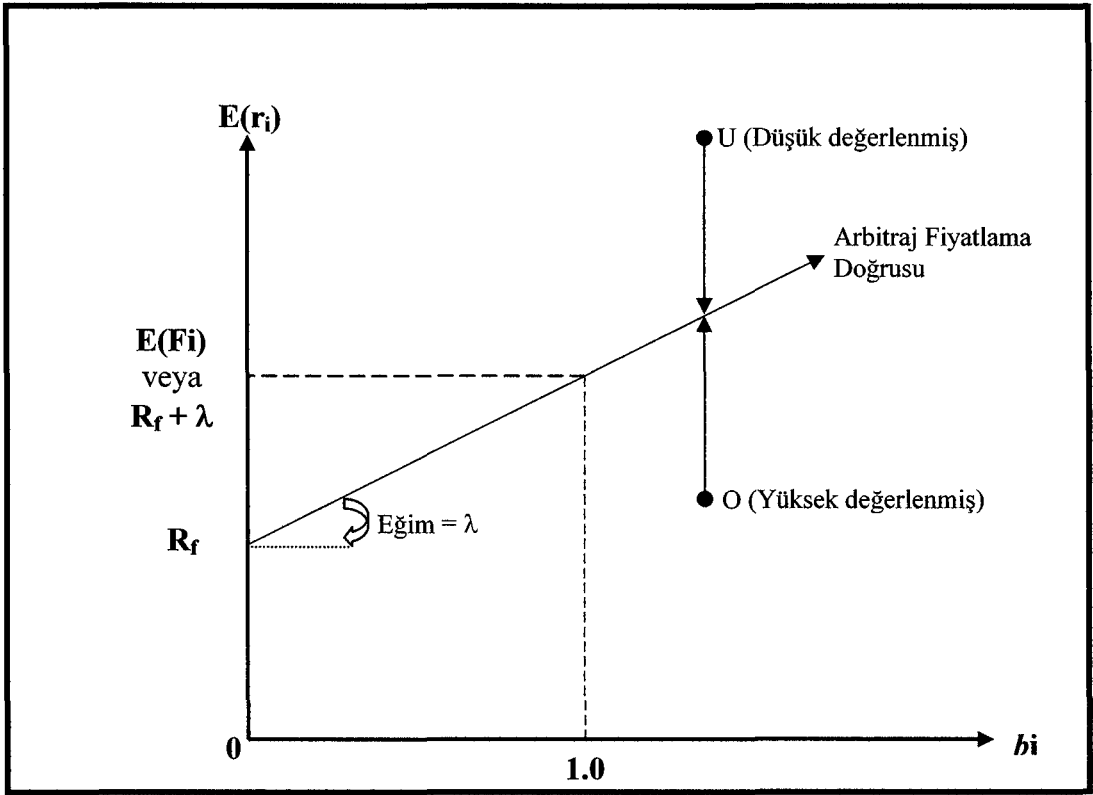
Yukarıdaki eşitliklerden yararlanılarak AFM'nin temelini oluşturan Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$E(r_i) = R_f + b_i \lambda \quad \text{Denklem 20}$$

Yukarıdaki eşitlikten de görüleceği gibi Denklem 20'deki “ λ ” değeri, “ b_i ” değeri bir (1.0) olan bir finansal varlığın risksiz faiz oranı üzerindeki getiri oranını göstermektedir. Daha genel bir açıklamayla, arbitraj olanaklarının olmadığı bir piyasada *riskli* bir finansal varlığın getirisinin risksiz faiz oranı ile “F” risk faktörüne karşı duyarlılık katsayısı “ b_i ” ve faktör risk priminin “ λ ” çarpımlarının toplamından oluştuğunu belirtmek mümkündür.

Beklenen getiri oranı ile bir adet risk faktörü arasındaki ilişkiyi ortaya koyan Denklem 20'nin grafiksel olarak gösterilmesi **Arbitraj Fiyatlama Doğrusu (AFD)** olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 5’te gösterilen AFD, risk ile getiri arasındaki ilişkiyi ortaya koymakta, finansal varlığın riskini temsil eden “ b_i ” yatay ekseninde, varlıktan beklenen getiri oranını temsil eden $E(r_i)$ de dikey ekseninde ölçülmektedir. AFD’nin dikey eksenini kestiği nokta “ R_f ” ile gösterilmekte ve bu nokta risksiz getiri oranını temsil etmektedir. Doğrunun eğimini ise denklemdaki “ λ ” değeri belirlemektedir. Arbitraj Fiyatlama Teorisine göre denge durumunda, aynı risk düzeyine sahip bütün finansal varlıklar birbirleriyle tam ikame varlıklar olup aynı getiri oranlarına sahip ve AFD üzerinde olmak zorundadırlar.



Şekil 5. Arbitraj Fiyatlama Doğrusu (AFD)

Kaynak: Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., *Investments*, ((New York: Prentice-Hall International, 1999), s. 288.

Şekil 5’te görüldüğü gibi “U” ve “O” isimli iki finansal varlık aynı risk seviyesine (b_i değerlerine) sahip olmalarına rağmen getiri oranlarında farklılık söz konusudur. “U” varlığı olması gereken değerinden daha düşük değerlenmiş iken “O” varlığı da yüksek değerlenmiş bir varlıktır. Arbitrajcılar aynı risk seviyesine sahip bu iki finansal varlığın fiyatları eşitlenip, AFD üzerinde denge durumuna gelene kadar “O” varlığını satmaya (veya açığa satışa) ve “U” varlığını satın almaya devam edeceklerdir.

3.2. İki Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli ve Arbitraj Fiyatlama Düzlemi

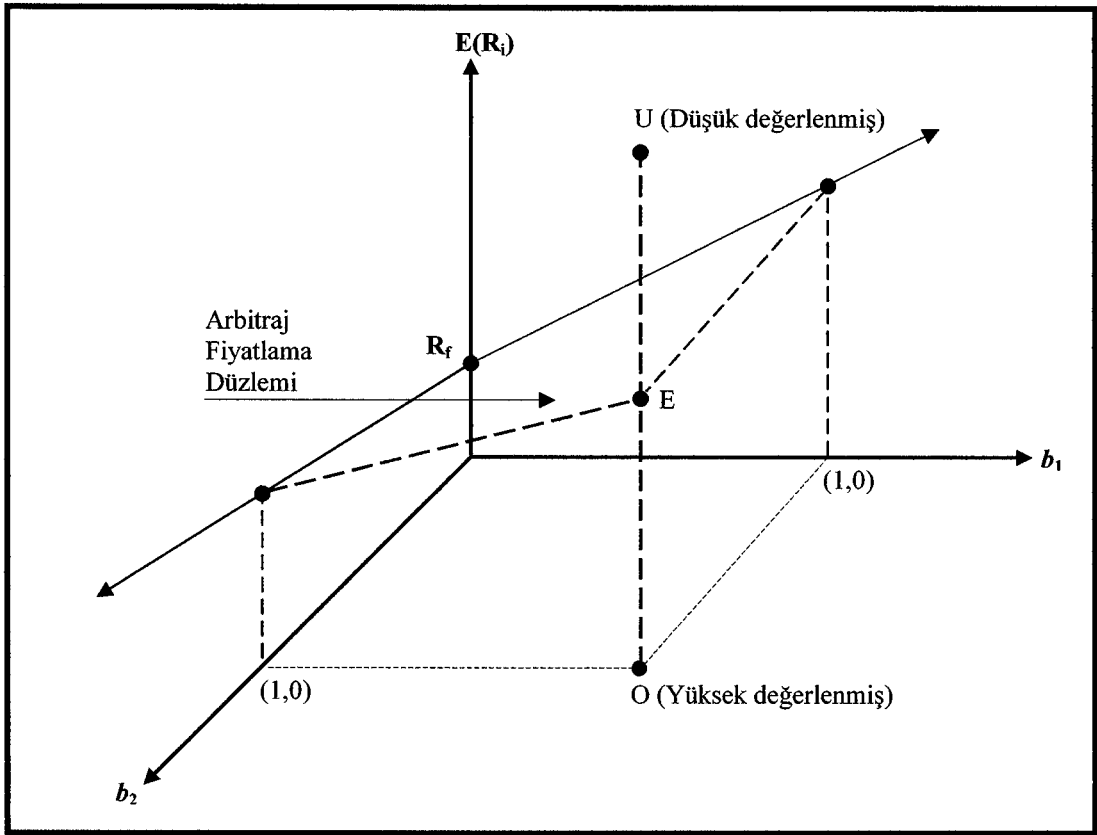
İki Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatla Modelinde, isminden de anlaşıldığı gibi iki farklı sistematik risk faktörünün varlık getiri oranlarını etkilediği varsayılmaktadır. Bu iki risk faktörü ile beklenen getiri oranı arasındaki ilişki lineer bir fonksiyonla Denklem 21’de gösterilmektedir.

$$E(R_i) = R_f + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} \quad \text{Denklem 21}$$

$E(R_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı
R_f	: Risksiz getiri oranı
λ_1	: “1” numaralı risk faktörünün risk primi
λ_2	: “2” numaralı risk faktörünün risk primi
b_{i1}	: “i” varlığının “1” numaralı risk faktörüne karşı duyarlılığı (faktör betası)
b_{i2}	: “i” varlığının “2” numaralı risk faktörüne karşı duyarlılığı (faktör betası)

Denklem 21’de görülen beklenen varlık getirisi ile iki risk faktörü arasındaki ilişkinin grafiksel ifadesi ise Arbitraj Fiyatlama Düzlemi olarak adlandırılmaktadır. Arbitraj Fiyatlama Düzlemi, AFD’nin genişletilmiş şeklidir. AFD’de olduğu gibi, denge durumunda bütün varlıklar Arbitraj Fiyatlama Düzlemi üzerindeki bir noktada olmalıdır. Arbitraj Fiyatlama Düzlemi’nde beklenen getiri $E(r_i)$ dikey ekseninde, açıklayıcı değişkenler olan “1” numaralı risk faktörü y ekseninde ve “2” numaralı risk faktörü de x ekseninde ölçülmektedir. Şekil 6’da yer alan “O” noktasının temsil ettiği varlık, sistematik risk seviyelerini gösteren “ b_1 ” ve “ b_2 ” değerlerine göre olması gereken fiyattan daha yüksek bir fiyata sahip olduğu için beklenen getirisi düşüktür. “U” noktasının temsil ettiği finansal varlık ise bu varlığa ait sistematik risk seviyelerini gösteren “ b_1 ” ve “ b_2 ” değerlerine göre olması gereken fiyattan daha düşük değerlendirildiği için yüksek bir beklenen getiri oranına sahiptir. Aynı risk seviyesine

fakat farklı fiyatlara sahip bu varlıklar arasındaki fiyat farklılıkları arbitraj işlemleri sonucunda ortadan kalkacak ve “E” noktasında dengeye oturacaktır.



Şekil 6. Arbitraj Fiyatlama Düzlemi

Kaynak: Francis, J. C., Management of Investments (3rd Edt., New York: McGrawHill, 1993), s.641-643.

3.3. “k” Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli

Arbitraj Fiyatlama Teorisi’nde varlık getiri oranlarının, “k” adet birbirinden bağımsız faktör tarafından belirlendiği varsayılmaktadır. Bu risk faktörleri, farklı zaman ve durumlarda finansal varlıklar üzerinde farklı etkilerde bulunurlar. Ancak bu faktörlerin kesin sayısı ve niteliği hakkında bir açıklama yapmak mümkün değildir. Varlık getiri oranları ile bu risk faktörleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Varlıkların getiri oranlarının açıklanmasında kullanılan çok faktörlü modeli aşağıdaki denklemle belirtmek mümkündür.

$$R_i(t) = a_i + b_{i1}f_1(t) + b_{i2}f_2(t) + \dots + b_{ik}f_k(t) + \varepsilon_i(t) \quad \text{Denklem 22}$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$R_i(t)$: “i” varlığının, t zamanı sonunda gerçekleşen rassal getiri oranı

a_i : “i” varlığının, t zamanı başındaki beklenen risksiz getiri oranı

b_{ik} : “i” varlığının, “j” risk faktörüne karşı duyarlılığı ($j= 1, 2, \dots, k$)

f_k : “k” risk faktörünün t zamanındaki değeri

$\varepsilon_i(t)$: “i” varlığının, sistematik olmayan risk miktarı, hata terimi

n : Modelde kullanılan varlık sayısı

Denklem 22’deki doğrusal model için yapılan ilave varsayımlar, daha önce de belirtildiği gibi farklı varlıkların hata terimlerinin birbirleri arasındaki kovaryanslarının sıfır, bunun yanında hata terimleri ile risk faktörleri arasındaki kovaryansın da sıfır olmasıdır.

Çok faktörlü model temel olmak üzere her bir varlık için beklenen getiri oranı Denklem 23’te görülebilir.

$$E(R_i) = a_i + b_{i1} E(f_1) + b_{i2} E(f_2) + \dots + b_{ik} E(f_k) \quad \text{Denklem 23}$$

$E(R_i)$: “i” varlığının beklenen getirisi

a_i : katsayı

b_{ik} : “i” varlığının “k” faktörüne karşı duyarlılığı (faktör betaları)

$E(f_k)$: “k” risk faktörünün beklenen değeri

Varlık getiri oranı denkleminde (Denklem 22), beklenen getiri oranı denklemi (Denklem 23) çıkartıldığında, sıfır ortalamalı faktörlerin yer aldığı yeni bir denklem elde edilmektedir. Bu Denklem aşağıdaki gibidir.

$$R_i - E(R_i) = b_{i1}[f_1 - E(f_1)] + b_{i2}[f_2 - E(f_2)] + \dots + b_{ik}[f_k - E(f_k)] + \varepsilon_i \quad \text{Denklem 24}$$

Denklem 24 düzenlenirse, Denklem 25'i elde edilmektedir.

$$R_i = E(R_i) + b_{i1}[f_1 - E(f_1)] + b_{i2}[f_2 - E(f_2)] + \dots + b_{ik}[f_k - E(f_k)] + \varepsilon_i$$

Denklem 25

Denklem 25, $\delta_i = [f_k - E(f_k)]$ eşitliği kullanılarak düzenlenirse Denklem 26 elde edilir.

$$R_i = E(R_i) + b_{i1} \delta_1 + b_{i2} \delta_2 + \dots + b_{ik} \delta_k + \varepsilon_i \quad \text{Denklem 26}$$

Denklem 26, varlıkların rassal getiri oranının, beklenen getiri oranı, sistematik risk ve sistematik olmayan riskin lineer bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Burada sistematik riski oluşturan her bir faktörün sifıra eşit bir ortalamaya sahip olduğu varsayılmaktadır.

Denklem 26'da bağımsız değişken olarak kullanılan faktörler, yalnızca o faktörün beklenmeyen değişkenliklerini içermektedir. Her hangi bir risk faktöründeki beklenen değişkenlik " $E(f_k)$ ", beklenen getiriye " $E(R_i)$ " dahil olacağından, yalnızca söz konusu faktördeki beklenmeyen değişkenlik " $[f_k - E(f_k)]$ " sistematik risk faktörü olacaktır.

Sıfır sistematik riskte, "i" varlığının beklenen getirisi risksiz faiz oranına eşit olacaktır. " $E(R_i) = R_f$ "

$$R_f = \lambda_0,$$

$$\lambda_k = \delta_i - R_f \text{ olarak tanımlanırsa,}$$

“ λ_k ” katsayısı, sadece “k” risk faktörüne duyarlı bir portföyün, risksiz getiri oranının üzerinde elde ettiği getiri oranını ve “k” risk faktörünün risk primini ifade etmektedir. Bu yeni eşitliklere göre Arbitraj Fiyatlama Denklemi’ni aşağıdaki iki farklı denklemlerle ifade etmek mümkündür.

$$E(R_i) = R_f + (\delta_1 - R_f) b_{i1} + (\delta_2 - R_f) b_{i2} + \dots + (\delta_k - R_f) b_{ik} + \varepsilon_i \quad \text{Denklem 27}$$

veya

$$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik} + \varepsilon_i \quad \text{Denklem 28}$$

$E(R_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı

R_f : Risksiz getiri oranı

$(\delta_k - R_f)$: “k” faktörünün risk primi

λ_k : “k” faktörünün risk primi

b_{ik} : “i” varlığının “k” faktörüne karşı duyarlılığı (faktör betaları)

Finansal varlıklarda fiyatlandırma ilişkisini açıklayan Denklem 27 ve Denklem 28, finansal varlıkların beklenen getirilerinin, ortak bir şekilde varlıkların risk faktörlerine karşı duyarlılık katsayılarına (faktör betalarına) ve risk primlerine dayalı doğrusal bir fonksiyon olduğu anlamına gelmekte ve AFT’nin nihai sonucu olmaktadır.

Ross’a³¹ göre, piyasada sınırsız sayıda varlık olduğu için çeşitlendirme ile tam olarak risksiz portföyler yaratılıp arbitraj olanakları ile piyasa dengeye gelecektir. Piyasada sınırsız sayıda varlık olması durumunda varlık fiyatları ile faktör betaları arasında tam bir eşitlik söz konusudur. Ancak piyasada sınırlı sayıda varlık olması durumunda bu eşitlik (fiyatlama) yaklaşık olmaktadır.³² Bu değişkenlik, sınırlı sayıda varlıkla sistematik olmayan riskin tam olarak kaldırılamaması ile ilgilidir. Ancak, yukarıda da değinildiği gibi Connor (1984) ve Chen ve Ingersoll (1983) modelde

³¹ Ayrıntılı bilgi için bkz. Ross, A. S., 1976, a.g.e., s.341-360.

³² Altay, E., 2001, a.g.e., s.217-218.

kullanılan varlık sayısının modelde kullanılan risk faktörleri sayısından oldukça fazla olması şartı ile yaptıkları çalışmalarda, iyi çeşitlendirilmiş portföylerin kullanılmasıyla sınırsız sayıda varlığın bulunmamasının fiyatlama ilişkisinde bir soruna yol açmayacağını ileri sürmüşlerdir.

Daha önce de belirtildiği gibi varlıkların getiri oranını etkileyen faktörlerin niteliği ya da sayısı hakkında AFT’de kesin bir açıklama yapılmamaktadır. Finansal varlıkların getirisini etkileyen faktör veya faktörler herhangi bir değişken olabileceği gibi, “Pazar getirisi” de bir faktör olarak kullanılabilir. Getiri oranlarını etkileyen faktörün “Pazar getirisi” olduğu varsayılırsa, model, Tek Endeksli Arbitraj Fiyatlandırma Modeli’ne veya SVFM’nin temel yapısına dönmektedir.

3.4. Arbitraj Fiyatlama Modelinde Faktörler

Yukarıda belirtildiği gibi AFT, modelde yer alan faktörlerin yapısı ve sayısı hakkında kesin bir görüş belirtmemekte, varlık fiyatlarının temel olarak “k” faktörlü doğrusal bir model tarafından belirlendiğini ileri sürmektedir. Bu belirsizliklere (risk faktörlerinin yapısı, sayısı ve modelin geçerliliği) bir cevap verebilmek için bir çok deneysel test yapılmıştır.³³ Modelde varlık fiyatlarını etkilediği varsayılan faktörleri Gözlemlenemeyen Risk Faktörleri ve Gözlemlenebilir Risk Faktörleri olarak iki grupta toplamak mümkündür.³⁴

3.4.1. Gözlemlenemeyen Risk Faktörleri

Herhangi bir içerik yönetilemeyen risk faktörleri, gözlemlenemeyen risk faktörleri olarak adlandırılmaktadır.³⁵ Bu faktörlerin tahmininde ağırlıklı olarak Faktör Analizi tekniği kullanılmaktadır. Faktör Analizi tekniğinde de farklı kişiler farklı yöntemler kullanmışlardır. Bu yöntemlerin başlıcaları Maksimum Olabilirlik yöntemi³⁶, Kesit

³³ Roll ve Ross (1980), Reinganum (1981), Brown ve Weinstein (1983), Chen (1983) vb. çalışmalar

³⁴ Özçam, M., s.32-33

³⁵ Aynı., s.32.

³⁶ Maksimum Olabilirlik metodu, değişkenler arasındaki kovaryans matrisini en iyi açıklayan ve birbirine ortogonal olan faktörleri belirler.

Genelleştirilmiş En Küçük Kareler yöntemi³⁷ ve Asimtotik Asal Bileşenler yöntemi³⁸dir..

Faktör Analizi, genellikle sosyal ve biyoloji bilimlerinde kullanılan, çok sayıdaki değişkenin birbirleriyle olan karşılıklı ilişkileri (korelasyonları) dikkate alınarak, bu değişkenlerin altında yatan daha az sayıdaki temel unsurları (faktörleri) ortaya koyan matematiksel bir yöntemdir.³⁹ Faktör analizinin temel amacı, çok sayıdaki değişken kümesinin daha az sayıdaki teorik değişken tarafından temsil edilmesidir.⁴⁰

Faktör Analizi tekniğinin AFT’de kullanılması ile hem faktörler hem de bu faktörlere ait duyarlılık katsayıları elde edilir. Faktör Analizi tekniğinin AFT’de kullanımını aşağıdaki gibi açıklanabilir.⁴¹

Faktör Analizi tekniği, birbirinden farklı “n” adet varlığın getiri oranlarını T+1 zaman serisi süresince analiz ederek “n” adet varlığın getiri oranlarını etkileyen faktörleri ortaya koymak için ilk etapta (n x T+1) boyutlu getiri oranları matrisini oluşturur. Orijinal verilerden oluşturulan bu matris aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{pmatrix} R_{1,t} & R_{1,t+1} & \dots & R_{1,t+T} \\ R_{2,t} & R_{2,t+1} & \dots & R_{2,t+T} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{n,t} & R_{n,t+1} & \dots & R_{n,t+T} \end{pmatrix}$$

³⁷ En küçük kareler, temel olarak bir minimize problemidir. Bu teknikte amaç, örnek veri setindeki gözlem değerlerinin çizilecek olan bir regresyon doğrusuna olan uzaklıklarının kareleri toplamını minimum yapan bir doğru denklemini bulmak ve zaman dizisinin ana eğilimini ortaya çıkarmaktır.

³⁸ Asimtotik Asal Bileşenler metodu, analize tabi tutulan değişkenler arasında en yüksek varyansa sahip olanların doğrusal bir bileşimini birinci asal bileşen olarak üretmekte, ikinci asal bileşen ise birinci asal bileşene ortogonal olan en yüksek varyansa sahip değişkenlerin doğrusal bileşeninden oluşmaktadır.

³⁹ Altay, E., 2001, a.g.e., s.235. ayrıca bkz Yörük, N., **Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modeli’nin İMKB’de Test Edilmesi** (Ankara: İ.M.K.B. Yayınları, 2000), s.71.

⁴⁰ Jae-On K., Charles, W. M., **Introduction to Factor Analysis: What it is and How to do it** (13th Edt., Beverly Hills: Sage Publications, 1986), p.9.

⁴¹ Francis, J. C., 1991, a.g.e., s.317-318.

Yukarıdaki getiri oranları matrisinden hareketle, Faktör Analizi Tekniği ile, bu getiri oranlarındaki değişkenliğin büyük bir bölümünü veya tamamını açıklayan ($k \times T+1$) boyutlu aşağıdaki Faktör Değerleri Matrisi⁴² oluşturulmaktadır. Faktör Değerleri matrisinde yer alan değerlerin bulunması, varlık getiri oranlarının kaç adet risk faktörü tarafından etkilendiğini belirtmekte iken bu sistematik risk faktörlerinin yapısı hakkında bir bilgi vermemektedir.

$$\begin{pmatrix} F_{k,t} & F_{k,t+1} & \dots & F_{k,t+T} \\ F_{k,t} & F_{k,t+1} & \dots & F_{k,t+T} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{k,t} & F_{k,t+1} & \dots & F_{k,t+T} \end{pmatrix}$$

Faktör Analizi ile belirlenen “ k ” adet ($k < n$) temel unsur ve bunlara ait değerler, faktör beta katsayılarının (b_{ik}) diğer bir ifadeyle faktör yüklerinin hesaplanması için kullanılır. Hesaplama, Faktör Analizi tekniği ile bulunan faktör değerleri, Denklem 22’de belirtilen regresyon denkleminde her bir varlık için uygulandığında her varlığa ait faktör beta katsayılarının (b_{ik}) diğer bir ifadeyle faktör yüklerinin elde edilmesi şeklinde olacaktır. Faktör beta katsayıları (b_{ik}) belirlendikten sonra, Denklem 28’de yer alan faktör risk primlerinin (λ_k) belirlenmesi için faktör beta katsayılarının bağımsız, varlık beklenen getiri oranlarının bağımlı değişken olarak yer aldığı yatay kesit regresyon⁴³ yöntemi kullanılmaktadır. Eğer risk primleri istatistiksel olarak anlamlı ve sıfırdan farklı ise risk faktörleri piyasa tarafından fiyatlandırılmış olarak kabul edilirken, beta katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı ve sıfırdan farklı olması da bu değerlerin, beklenen ortalama getiri oranını açıklama becerisini gösterecektir.

⁴² Veri matrisi oluşturulduktan sonra, bu matristen hareketle korelasyon matrisi oluşturulmakta ve indirgeme işlemi yapıldıktan sonra “İndirgenmiş Korelasyon Matrisi” elde edilmektedir. Sonraki aşamada ise korelasyon yapısını daha az sayıda değişkenlerle açıklayacak faktörlerden oluşan farklı matrisler oluşturulmakta, bu matrislerden en uygun olanın seçimi için faktör döndürmesi yapılarak Döndürülmüş Değerler Matrisi hesaplanmakta ve her bir gözlem için faktör değerleri hesaplanmaktadır.

⁴³ Yatay kesit regresyon yöntemi, aynı zaman noktasında veya bir zaman diliminde bulunan gözlemlerin farklı bir yatay boyutta aldıkları (değerlerin yatay kesit verilerin) girdi olarak kullanıldığı regresyon analizidir.

AFT üzerine Faktör Analizi tekniği kullanılarak yapılan ampirik çalışmalar ve sonuçlar aşağıda değerlendirilmektedir.

Roll ve Ross'un⁴⁴ 1980 yılında yayınladıkları çalışma ile New York (NYSE) ve Amerika (AMEX) Menkul Kıymetler Borsalarında 3 Temmuz 1962 ile 31 Aralık 1972 tarihleri arasında işlem gören alfabetik sıraya göre 30'ar hisse senedinden oluşan 42 gruba ait 1260 hisse senedinin günlük getiri oranlarını kullanarak AFT'yi geniş bir veri kümesiyle test etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı varlık getiri oranlarının birden çok faktör tarafından etkilenip etkilenmediğini ve bu faktörlerin fiyatlamayı nasıl etkilediklerini araştırmaktır.

İki basamaktan oluşan çalışmanın birinci basamağında, her grubu oluşturan hisse senetlerinin kovaryans matrisi hesaplanmış ve hesaplanan bu kovaryans matrislerine Maksimum Olabilirlik Faktör Analizi tekniği uygulanarak faktör sayıları ve faktör değerleri matrisi elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci basamağında ise, elde edilen faktör değerleri Denklem 28'de açıklayıcı değişken olarak kullanılarak Kesit Genelleştirilmiş En Kk Kareler yöntemi ile her bir risk faktörü ile ilgili risk primi hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlılığı test edilmiştir.

Roll ve Ross, inceledikleri 42 adet grubun 16 tanesi için %90 olasılıkla varlık getiri oranlarının 5 adet faktörden etkilendiği sonucuna varmışlardır. Bu 5 adet faktör için hesaplanan faktör yüklerinin yatay kesit regresyon sonuçları ise en az üç adet faktörün varlık fiyatlamada önemli role sahip olduğunu , 4nc faktörün ilk üç faktöre göre daha düşük bir öneme sahip olduğu ve 4 faktörden fazla bir sayıdaki risk faktörünün var olma olasılığının çok düşük olduğunu göstermektedir. Roll ve Ross'un çalışmasında kullandıkları iki farklı arbitraj fiyatlama denkleminde yer alan risk faktörlerine ait risk primlerinin %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı olanların yüzdesi Tablo 1'de gösterilmektedir.

⁴⁴ Roll, R., and Ross, A. S., 1980, *a.g.e.*, s.1073-1103.

Tablo 1. Arbitraj Fiyatlama Denklemi'nde Yer Alan "k" Adet Risk Faktörüne Ait Faktör Risk Primlerinin %95 Anlamlılık Seviyesinde Anlamlı Olanların Grup Yüzdesi.

1. Denklem ⁴⁵	$E(R_i) - 0,06 = \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik}$				
Modelde kullanılan faktör sayısı	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
En az "k" adet risk faktörüne ait risk primlerinin %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğu grup yüzdesi	88,1	57,1	33,3	16,7	4,8
2. Denklem	$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik}$				
Modelde kullanılan faktör sayısı	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
En az "k" adet risk faktörüne ait risk primlerinin %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğu grup yüzdesi	69	47,6	7,1	4,8	0

Kaynak: Roll, R., and Ross, A. S., "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *The Journal of Finance*, Vol. 35, No.5, (December, 1980), s. 1092

Sonuç olarak Roll ve Ross, çalışma sonucunda varlık getirilerini etkileyen 3 adet risk faktörü bularak, AFT'nin geçerliliğini kanıtlamışlardır.

Arbitraj Fiyatlama Teorisi üzerine Faktör Analizi tekniği kullanılarak yapılan bir diğer ampirik çalışma ise Reinganum⁴⁶ tarafından 1981 yılında yapılmıştır. Reinganum, veri seti olarak 1963 ile 1978 yılları arasında NYSE ve AMEX hisse senetlerinin günlük getiri oranlarını kullanmıştır. Reinganum çalışmasına, risk faktörleri ile getiri oranları arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu ve sistematik olmayan riskin tamamen dağıtıldığı varsayımlarını doğru kabul ederek başlamıştır ve testinde 3,4 ve 5 faktörlü modelleri kullanmıştır.

Reinganum, test için bir önceki yıla (t-1) ait piyasa değerleri üzerinden her hisse senedinin faktör yüklerini hesaplamış ve benzer faktör yüklerine sahip hisse senetlerini bir araya getirerek "kontrol portföyleri" oluşturmuş ve bunların getiri oranlarını hesaplamıştır. Daha sonra içinde bulunulan yılda (t) her hisse senedine ait getiri oranı ile ait olduğu kontrol portföyünün getiri oranı arasındaki fark alınarak her hisse senedine ait artık getiri oranlarını (bu getiri oranları negatif veya pozitif olarak değişiklik göstermektedir.) hesaplamıştır. "t-1" yılında piyasa değerlerine göre 10 ayrı gruba ayrılan hisse senetlerinin "t" yılında hesaplanan artık getiri oranları, her portföyün

⁴⁵ 1. Denklemde " λ_0 " değeri 0,06 olarak varsayılmıştır.

⁴⁶ Reinganum, R. M., "Empirical Tests of Multi-Factor Pricing Model: The Arbitrage Pricing Theory: Some Empirical Results," *The Journal of Finance*, Vol.36, No.2 (May 1981), s.313-321.

ortalama artık getiri oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Piyasa değeri küçük olan portföyler için hesaplanan ortalama, istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir değer iken yüksek piyasa değerine sahip portföyler için hesaplanan değer istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir değerdir. Ancak Arbitraj Fiyatlama Teorisi'ne göre oluşturulan bu portföylerin artık getiri oranlarının hepsi birbirine eşit ve sıfır olmalıdır. Sonuç olarak, çalışmada kabul edilen iki varsayımından hangisinin elde edilen bulgular ile uyumlu olmayışının net olarak söylenememesi, AFT'nin kesin olarak reddedilemeyeceği anlamına gelmektedir.

Brown ve Weinstein⁴⁷ (1983) tarafından yapılan çalışmada varlık fiyatlama modellerini test etmede kullanılacak ve uygulanabilirliği daha kolay olan bilineer yöntemi kullanılarak AFT'nin geçerliliği test edilmiştir. Brown ve Weinstein, fiyatlama modellerinde kullanılacak olan piyasa risk primi ya da faktör risk primi ve risksiz getiri oranlarının bütün varlıklar için sabit tutulması gerektiğini belirtmişler ve bu Bilineer kısıtın fiyatlama modellerinin test edilmesinde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Brown ve Weinstein, çalışmalarında Roll ve Ross'un (1980) çalışmalarında kullandıkları verileri kullanmışlar, ancak 30'ar hisse senedinden oluşan gruplar yerine 60'ar hisse senedinden oluşan gruplar ve bu gruplardaki hisse senetlerinden oluşan alt gruplar (30'ar hisse senedinden oluşan) oluşturmuşlardır. Daha sonra, oluşturulan her grup ve alt gruba faktör analizi uygulanarak elde edilen değerlerin sabit olup olmadığı araştırılmıştır.

Brown ve Weinstein'in çalışmasında sonuç olarak alfabetik sınıflandırmaya göre yapılan gruplarda üç risk faktörlü modelin geçerliliği kabul edilirken beş ve yedi faktörlü modellerin geçerliliği reddedilmiş, ancak alfabetik sınıflandırma yerine sektörlere göre bir sınıflandırma yapılırsa varlık fiyatlarının, üçten fazla sayıdaki risk faktöründen etkilenebileceği belirtilmiştir.

⁴⁷ Brown, J. S., and Weinstein I. M., "A New Approach to Testing Asset Pricing Models: The Bilinear Paradigm," *The Journal of Finance*, Vol.38, No.3 (June, 1983), s.711-743.

Chen⁴⁸ (1983) tarafından faktör analizi kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada ise hem Arbitraj Fiyatlama Teorisi'nin geçerliliği test edilmiş hem de Arbitraj Fiyatlama Modeli ile Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modeli'nin karşılaştırması yapılmıştır.

Çalışmada 1963 ile 1978 yılları arasında NYSE ve AMEX hisse senetlerinin günlük getiri oranları kullanılmış ve test edilen periyot dört alt gruba ayrılmıştır. Chen, alfabetik sıraya göre ilk 180 hisse senedinin kovaryans matrisini oluşturarak her hisse senedine ait 10 adet faktör ve bu faktörlere ait faktör skorlarını belirlemiş ve bu faktör yüklerini esas alarak hata terimlerini ortadan kaldırabilmek için 5 adet portföy oluşturmuştur. Daha sonra yatay kesit regresyon denklemlerinde kullanmak amacıyla elde edilen 5 portföyü kullanarak her hisse senedine ait 5 adet faktör ve bunlara ait beta katsayılarını bulmuştur.

Chen, çalışmasında AFT'nin geçerliliğini test edebilmek ve AFT ile SVFM arasında bir karşılaştırma yapabilmek için iki fiyatlama modeli oluşturmuştur. Bunlardan ilki, 5 ayrı faktör yükünün açıklayıcı değişken olarak yer aldığı Arbitraj Fiyatlama Modeli, ikincisi ise yalnızca beta katsayısının açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelidir. Yatay kesit regresyon sonuçlarına bakıldığında her dönem istatistiksel olarak anlamlı olan en az iki adet risk primi bulunmuş ve beş faktörlü arbitraj fiyatlama modelinin bir bütün olarak dört dönemde de anlamlı olduğu belirtilmiştir. Ancak SVFM'ye ait regresyon sonuçları sadece birinci ve dördüncü dönemlerde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çalışmada, AFT ile SVFM'nin karşılaştırılması için kullanılan denklem, Denklem 29'da gösterilmiştir. Bu denklemde beklenen nihai getiri oranı (r_1), AFM'den elde edilen beklenen getiri oranı ile SVFM'den elde edilen beklenen getiri oranlarının sırasıyla (α) ve ($1-\alpha$) ile ağırlıklandırılmış değerlerinin toplamından oluşmaktadır. Eğer regresyon sonucunda elde edilen (α) değeri "1"e yakınsa AFT'nin SVFM'ye göre beklenen getiri oranlarını açıklamada daha üstün bir performans sergilediği ya da (α)

⁴⁸ Chen, N., "Some Empirical Tests of the Theory of Arbitrage Pricing," *The Journal of Finance*, Vol.38, No.5 (December, 1983), s.1393-1414.

değerinin “0”a yakın bir değer olması durumunda ise SVFM’nin AFT’ye göre beklenen getiri oranlarını açıklamada daha üstün bir performans sergilediği söylenebilecektir.

$$r_i = \alpha r_{i,AFT} + (1 - \alpha) r_{i,SVFM} + e_i \quad \text{Denklem 29}$$

$r_{i,AFT}$: 5 Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli’nden elde edilen beklenen getiri oranı

$r_{i,SVFM}$: Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli’nden elde edilen beklenen getiri oranı

Denklem 29’dan elde edilen regresyon sonuçlarına bakıldığında (α) değerinin her alt dönemde de 0,9’dan büyük olduğu görülmekte ve AFT’nin SVFM’ye kıyasla beklenen getiri oranlarını açıklamada daha iyi bir performansa sahip olduğu söylenebilir.

Arbitraj Fiyatlama Teorisi’nin testi için yapılan bir diğer çalışma ise Cho, Elton ve Gruber⁴⁹ (1984) tarafından Roll ve Ross’un (1980) çalışmasını tekrar ele alarak yaptıkları araştırmadır. Test süresince kullanılan getiri oranları Sıfır Beta’lı SVFM ile simülasyon yoluyla elde edilen getiri oranlarıdır. Simülasyon yolu ile elde edilen getiri oranları ile gerçek getiri oranlarının faktör analizine tabi tutulması sonucunda faktör sayıları hesaplanmıştır. Cho, Elton ve Gruber, varlık getir oranlarını açıklama da %90 olasılıkla 6 faktörden fazlasına gerek olmadığını, genellikle 2 bazen de 3 faktörün yeterli olduğunu belirterek AFT’yi destekleyen sonuçlara ulaşmışlardır.

Dhrymes, Friend, ve Gültekin⁵⁰ (1984) tarafından yapılan çalışmada ise Roll ve Ross’un çalışması ele alınmış ayrıca hisse senetleri grupları oluşturulurken gruplar içinde yer alacak hisse senedi sayısı ile getiri oranlarını etkilediği düşünülen faktör sayısı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma sonunda 15 hisse senedinden oluşan

⁴⁹ Cho, C. D., Elton, J. E., Gruber, J. M., “On the Robustness of the Roll and Ross Arbitrage Pricing Theory,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol.19, No.1 (March, 1984), s.1-10.

⁵⁰ Dhrymes, P. J., Friend, I., Gültekin, N. B., “A Critical Examination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory,” *Journal of Finance*, Vol.39, No.2 (June, 1984), s.323-346.

3.4.2. Gözlemlenebilir Risk Faktörleri

Faktör Analizi yönetimi kullanılarak yaratılan ve modelde kullanılacak olan faktörlerin, doğrudan makroekonomik faktörler olarak yorumlanamaması bir takım sorunlara yol açmıştır. Çünkü bu yöntem ile faktör sayıları hakkında bir bilgi edinilirken faktörlerin niteliği ya da içeriği hakkında kesin bir bilginin elde edilmesi söz konusu değildir. Bu belirsizliğe yanıt verebilmek için firma karakteristikleri veya makroekonomik değişkenler, gözlemlenebilir risk faktörleri olarak kabul edilerek AFT test edilmiş ve Gözlemlenemeyen Risk Faktörleri Uygulaması'na alternatif bir yaklaşım geliştirilmiştir.

AFT, genelde sistematik risk unsurlarının varlık getiri oranlarındaki etkisini araştırdığından, bu risk unsurlarını temsil eden değişkenlerin makroekonomik değişkenler olması gerekmektedir. AFT modeline dahil edilebilecek makroekonomik değişkenler reel ekonomik faaliyetler, enflasyon, faiz oranları, döviz kurları ve para arzı, bütçe dengesi ve ödemeler dengesi gibi parasal göstergeler olabilir. Modelde yer alabilecek makroekonomik değişkenler ve varlık fiyatları ile etkileşimleri şöyle açıklanabilir.⁵³

Milli Gelir, Sanayi Üretim Endeksi, İmalat Sanayi Üretim Endeksi, Kapasite Kullanım Oranları ve Yatırım Harcamaları, reel ekonomik faaliyetlerin göstergesi olarak kullanılabilir. Reel ekonomik faaliyetlerdeki artış, firmaların gelirlerini artıracığından hisse senetleri getiri oranları ile reel ekonomik faaliyetler arasında pozitif bir ilişki beklenmektedir.

Reel varlık olarak kabul edilen hisse senetlerinin nominal fiyat düzeyindeki değişmelerden reel olarak etkilenmediği ve Fisher Hipotezi dikkate alınırca hisse senetleri fiyatlarının enflasyonla pozitif bir ilişki içinde olması beklenir. Ancak yapılan ampirik çalışmaların tamamına yakın kısmında hisse senetleri fiyatları ile enflasyon oranı arasında negatif bir ilişki ortaya konmuştur.

⁵³ Özçam, M., a.g.e., s.35-36.

Modelde kullanılabilen bir değişken olan faiz oranı, hazine bonusu faiz oranları, devlet tahvili faiz oranları veya şirket tahvili faiz oranları tarafından belirlenebilir. Bu finansal araçların, hisse senedi yatırımlarına önemli bir alternatif olduğu düşünülürse faiz oranları ile hisse senedi fiyatları arasında negatif bir ilişki beklenmesi doğal olacaktır.

Dövizde yapılan yatırımların da hisse senetlerine yapılacak yatırımlara önemli bir alternatif olması durumunda aralarındaki ilişkinin ters yönlü olması beklenmektedir. Ancak firmaların, döviz kurları karşısındaki pozisyonlarına göre ilişkinin yönü değişebilir. Eğer bir firmanın yabancı para varlıkları veya ihracat kalemleri büyük ise dövizdeki bir değerlenme bu firmanın hisse senetleri fiyatlarını da olumlu yönde etkileyecektir.

Bir başka değişken olan para arzı, gerek ekonomik aktiviteler gerekse faiz oranları üzerinde yarattığı etki ile hisse senetleri fiyatlarına pozitif bir tesir yaratmaktadır.

Kamu sektörü açığı, dış ticaret açığı veya cari işlemler açığı genelde ekonomiyi dolayısıyla hisse senetleri fiyatlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak zaman zaman bu açıkların, reel ekonomik aktiviteler veya döviz kurları ve yabancı yatırımlar üzerinde yaratabilecekleri olumlu etkilerden dolayı ilişki pozitif yönlü de olabilmektedir.

Yukarıda açıklanan değişkenler veya bu değişkenlerden türetilmiş diğer değişkenler kullanılarak yapılan ampirik çalışmalarda AFT'yi destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Makroekonomik değişkenlerin gözlemlenebilir risk faktörleri olarak kullanıldığı çalışmalar aşağıda değerlendirilmektedir.

Chen, Roll ve Ross⁵⁴ (1986), makroekonomik faktörlerle varlık getiri oranları arasındaki ilişkinin ele alındığı, çok faktörlü bir Arbitraj Fiyatlama Modeli yaratmışlardır. Çalışma iki aşamadan gerçekleşmiştir. Birinci aşamada öncelikle hangi makroekonomik değişkenlerin çalışma kapsamına alınacağı belirlenmiş ve bu

⁵⁴ Chen, N., Roll, R., and Ross, A. S., "Economic Fprces and the Stock Market," **Journal of Business**, Vol.39, No.3 (July, 1986), s.383-403.

değişkenlerden varlık fiyatlarını etkileyen beklenmeyen değişkenler türetilmiştir. Bu değişkenler varlık getiri oranları ile regresyona tabi tutularak her faktöre ait faktör skorları (faktör betaları) hesaplanmıştır. İkinci aşamada, elde edilen bu faktör betaları bağımsız değişken, varlık getiri oranlarının bağımlı değişken olduğu yatay kesit regresyon denklemleri yaratılmış, ve bu denklemlerden her beta katsayısına karşılık gelen faktör risk primleri (λ) ve bu risk primlerine ait t-test'i istatistik değerleri hesaplanmıştır.

Chen, Roll ve Ross tarafından modelde kullanılan makroekonomik değişkenler şöyle sıralanabilir: Sanayi üretimi aylık artış oranı, sanayi üretimi yıllık artış oranı, beklenmeyen enflasyon oranı, ödememe risk primi (düşük dereceli tahvil getiri oranları ile uzun vadeli devlet tahvili getiri oranı arasındaki fark), vade yapısı (uzun vadeli devlet tahvili getiri oranı ile 1 ay vadeli hazine bonosu dönem sonu getiri oranı arasındaki fark), NYSE'de yer alan hisse senetlerinin değerlerine göre ağırlıklandırılmış ortalama getiri oranı, NYSE'de yer alan hisse senetlerinin eşit ağırlıklı ortalama getiri oranı, kişi başı tüketimdeki reel artış oranı ve petrol fiyatlarındaki değişimlerdir. Elde edilen sonuçlar, beklenmeyen enflasyon oranının, sanayi üretimindeki beklenmeyen değişimlerin, risk priminin ve vade yapısının varlık getiri oranlarını etkileyen istatistiksel olarak anlamlı risk kaynakları olduklarını göstermiştir.

Chen ve Jordan⁵⁵ (1993) tarafından yapılan çalışmada, yazarlar AFT'nin geçerliliğini hem Faktör Analizi yöntemini kullanarak hem de makroekonomik değişkenler modelini kullanarak test etmişler ve bu iki modeli karşılaştırmışlardır. Testlerde New York ve Amerika Menkul Kıymetler Borsalarında Ocak 1971 ve Aralık 1986 tarihleri arasında işlem görmüş 691 hisse senedinin aylık getiri oranları veri seti olarak kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci aşaması olarak, hisse senedi getiri oranlarını etkileyen 5 faktörün olduğu varsayılarak hisse senetlerinin kovaryans matrisi hesaplanmış ve hesaplanan bu kovaryans matrislerine Faktör Analizi metodu uygulanarak önceden sayısı belirlenmiş

⁵⁵ Chen, S. and Jordan, D. B., "Some Empirical Tests in the Arbitrage Pricing Theory: Macrovariables vs. Derived Factors," *Journal of Banking and Finance*, Vol.17 (1993), s.65-89.

olan 5 adet faktörün duyarlılıkları hesaplanmıştır. Daha sonra bu duyarlılık katsayıları (faktör betaları) kesit regresyon modelinde bağımsız (açıklayıcı) değişkenler olarak kullanılarak faktör risk primleri elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, makroekonomik değişkenler modeli kullanılarak; faktör betaları ve faktör risk primleri hesaplanmıştır. Makroekonomik değişkenler olarak yazarlar, Chen, Roll ve Ross (1986) tarafından anlamlı bulunan enflasyon oranını, sanayi üretimi artış oranını, ödememe risk primini ve faiz oranlarının vade yapısını kullanmışlardır.

Çalışma sonucunda makroekonomik değişkenler modelinin, faktör analizi yönteminden istatistiksel anlamlılık açısından çok farklı olmadığı ancak makro ekonomik değişkenler modelinin faktör analizi yöntemine kıyasla daha avantajlı olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun nedeni modelde kullanılan değişkenlerin niteliklerinin bilinmesi ve ekonomik olarak yorumlanmaya uygun faktörler olmasıdır.

3.5. Sermeye Varlıklarını Fiyatlama Modeli ile Arbitraj Fiyatlama Modeli Arasındaki İlişki

SVFM, Arbitraj Fiyatlama Modeli(AFM) gibi varlık fiyatlarının bir faktör modeli tarafından yaratıldığını varsaymamakla birlikte model aslında faktör modelleriyle tutarlı bir yapıya sahiptir.⁵⁶

AFM ve SVFM her teori gibi bir takım varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayımların bir kısmı her iki model için de geçerliken bazı varsayımlar farklılık göstermektedir. AFM ile SVFM'nin benzer ve farklı varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir.⁵⁷

⁵⁶ Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., a.g.e., s.292.

⁵⁷ Dumas, B. and Allaz B., a.g.e., s.113-132.

Benzer özellikleri:

- Gerek AFM gerek SVFM mal piyasalarının tam rekabet altında ve işlem maliyetlerinin olmadığını varsaymaktadır.
- İki modelde de yatırımcıların tümü homojen beklentilere sahiptir. Yatırımcılar, belirli bir risk düzeyinde en yüksek getiriyi tercih ederken, belirli bir getiri düzeyinde de en düşük risk seviyesini tercih etmektedirler.
- İki modelde getiri ile risk arasında lineer bir ilişkinin varlığını kabul eder.
- Varlık getirileri her iki modelde de çeşitlendirilemeyen veya sistematik riske dayanmaktadır.

Farklılıkları:

- AFM’de varlık getirilerinin dağılımı hakkında bir varsayım yoktur. Ancak SVFM’de getirilerin normal dağılıma sahip oldukları varsayılmaktadır.
- AFM, SVFM’nin aksine piyasa portföyünün varlığına ve getiri oranına ihtiyaç duymamaktadır. Bunun yerine sistematik risk faktörlerini kullanır.
- SVFM varlık getirilerini etkileyen tek sistematik risk unsurunun o varlığın piyasa portföyü ile olan kovaryansı olduğunu belirtirken AFM varlık getirilerini etkileyen birden çok sistematik risk faktörünün olabileceğini söylemektedir. Bu durum daha gerçekçi gözükmektedir.
- AFM, risksiz malın varlığı veya risksiz orandan borç verip alma olanağı gibi kısıtlayıcı varsayımlara gerek duymaz.

AFM ile SVFM arasındaki ilişkiyi daha iyi görebilmek için Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1996) tarafından geliştirilen Standart SVFM ile Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Denklemi’ni ve Merton (1973) tarafından geliştirilen Çoklu Beta

formundaki SVFM ile de Çok Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Denklemi'ni birlikte ele almak doğru olacaktır.

3.5.1. Tek Faktörlü Modeller Arasındaki İlişki

Daha önceden de belirtildiği gibi AFM'de birden çok sistematik risk faktörünün varlık getiri oranlarını etkilediği varsayılmaktadır. Ancak Arbitraj Fiyatlama Modeli'nin en basit şekli olan Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatla Modeli sadece tek bir sistematik risk faktörünün varlık getiri oranlarını etkilediğini varsaymakta ve modelde beklenen getiri oranı ile bu risk faktörü arasındaki ilişki lineer bir fonksiyonla gösterilmektedir. Bu fonksiyon aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$E(r_i) = R_f + [E(r_{i1}) - R_f]b_{i1} \quad \text{Denklem 30}$$

Diğer bir ifadeyle, bu denklemde yer alan risksiz faiz oranını “ λ_0 ” ile ve risksiz faiz oranı üzerinde elde edilecek getiri oranını da “ λ ” ile ifade edilirse Denklem 31’de görülen Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Denklemi elde edilir.

$$E(r_i) = \lambda_0 + b_i \lambda \quad \text{Denklem 31}$$

Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli'nde getiri oranlarını etkileyen faktörün “Pazar getirisi” olduğu varsayılır ve Denklem 30’da yer alan risk faktörü “Pazar getirisi” olarak belirlenirse, Tek Faktörlü Arbitraj Fiyatlandırma Modeli, Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modeli'nin Denklem 32’de görülen temel yapısına dönecektir.

$$E(r_i) = R_f + [E(r_m) - R_f] b_{im} \quad \text{Denklem 32}$$

- $E(r_i)$: “i” varlığın beklenen getirisi
 R_f : Risksiz faiz oranı
 $E(r_m)$: Piyasa portföyünün beklenen getirisi

b_{im}	: “i” varlığının sistematik riski (piyasa portföyüne karşı duyarlılığı)
$[E(r_m) - R_f]$: Risk primi

3.5.2. Çok Faktörlü Modeller Arasındaki İlişki

Merton (1973) tarafından geliştirilen Çoklu Beta Formu, Arbitraj Fiyatlama Modeli'nde olduğu gibi çok faktörlü modelleri temel alarak fiyatlama sorununa yaklaşmıştır. Çoklu Beta Formuna göre, belirsizlik sadece varlıkların gelecekteki değerleriyle değil, gelecekteki ücretler, tüketim mali fiyatları, yatırım imkanları ve bunlara benzer risk kaynaklarına olan duyarlılıkları ile belirlenecektir.⁵⁸

Varlık fiyatlarının, AFM gibi bir çok risk faktöründen etkilendiğini varsayan çok betalı SVFM denklemini aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$E(r_i) = R_f + [E(r_m) - R_f] b_{im} + [E(r_{I1}) - R_f] b_{iI1} + [E(r_{I2}) - R_f] b_{iI2} + \dots$$

Denklem 33

$E(r_i)$: “i” varlığının beklenen getiri oranı

R_f : Risksiz faiz oranı

$E(r_m)$: Pazar portföyünün beklenen getiri oranı

b_{im} : “i” varlığının Pazar Portföyü'ne karşı duyarlılığı

$E(r_{Ij})$: “j” risk unsurunu hedge edecek portföyün getiri oranı

b_{iIj} : “i” varlığının “j” risk unsurunu hedge edecek portföye karşı duyarlılığı

Korumalı (Hedge) portföyleri, yatırımcılar tarafından oluşturulan ve yatırımcıların karşılaştıkları risk unsurlarını ortadan kaldıracak getiri oranı dalgalanma yapısına sahip portföylerdir. Ancak bu portföylerin nasıl oluşturulacağı açıkça belirtilmemektedir.

⁵⁸ Özçam, M., a.g.e., s.23-24 ayrıca bkz. Erdinç, A., 2001, a.g.e., s.228-229.

Denklem 25 ile Denklem 33 birlikte incelendiğinde iki modelin birbirine oldukça benzediği göze çarpmaktadır. İki denklemde de varlık getiri oranları, risksiz faiz oranına, varlıkların risk faktörlerine karşı duyarlılık katsayılarına (faktör betalarına) ve risk primlerine (riskin üstlenilmesinden dolayı risksiz getiri oranının üzerinde elde edilen getiri) dayalı doğrusal bir fonksiyondur.

Diğer yandan bu iki modelin matematiksel benzerliğinin yanında ayırım noktaları ise modellerin altında yatan ekonomik mantık ve varsayımlardır.⁵⁹

AFM'nin SVFM'ye göre üstün olduğu ileri sürülen noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilir.⁶⁰

- AFM'nin varsayımları daha az ve daha gerçekçidir.
- AFM, SVFM'ye göre çok daha geneldir.
- AFM ile ilgili ampirik çalışmaları yürütmek, SVFM'ye göre daha uygun ve kolaydır.
- SVFM'nin geçerliliğini test eden bir çok çalışma sonucunda modelin umulandan daha az geçerliliğe sahip olduğu anlaşılmış ve ortalama-varyans'ın verimliliği genel anlamda sağlanamamıştır.

Ross, SVFM'nin geçerliliğinin test edilmesinin düşünülenden daha zor olduğuna işaret ederek SVFM'nin testinin imkansız olmadığını ancak bundan sonra ironik olacağını belirtmiştir. Çünkü onlarca yıl içinde yapılan bir çok çalışmaya rağmen test edilebilir bir teorinin varlığını güçlendiren herhangi bir bulgu bulunamamıştır.⁶¹

Wei⁶² (1988), AFM'nin ve SVFM'nin güçlü yönlerini birleştirerek yeni bir model ileri sürmüştür. Bu modelde, hem dışsal faktörler ile varlık getirileri arasındaki

⁵⁹ Altay, E., a.g.e., 2001, s.228.

⁶⁰ Francis, J. C., 1991, a.g.e., s.314-315. ayrıca bkz Ross, A. S., "The Current Status of the CAPM," *The Journal of Finance*, Vol.33, No.3 (June, 1978), s.885-901.

⁶¹ Ross, A. S., June 1978, a.g.e., s. 885-901.

⁶² Wei, J. C. K., "An Asset Pricing Theory Unifying the CAPM and APT," *The Journal of Finance*, Vol.43, No.4 (September, 1988), s.881-892.

kovaryans hem de içsel Pazar portföyü ile varlık getirileri arasındaki kovaryans da dikkate alınmaktadır. Daha önceden de belirtildiği gibi, AFM yaklaşık bir fiyatlama denklemi oluşturmaktadır. Wei, AFM ile SVFM'yi birleştirince faktör modellerine pazar portföyünün etkisinin de dahil edilmesiyle tam bir fiyatlama eşitliğine ulaşılacağını ileri sürmektedir. Wei tarafından geliştirilen fiyatlama modeli Denklem 34'te görülmektedir.

$$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik} + \lambda_m b_{im} \quad \text{Denklem 34}$$

($\lambda_m > 0$)

- (R_i) : “i” varlığının beklenen getiri oranı
- λ_0 : Beklenen getiri oranı (Risksiz getiri oranı)
- λ_k : “k” faktörünün risk primi (“k” risk faktörünün üstlenilmesinden dolayı risksiz getiri oranı üzerinde beklenen getiri oranı, ($\delta_k - R_f$))
- b_{ik} : “i” varlığının “k” faktörüne karşı duyarlılığı (faktör betaları)
- λ_m : Pazar portföyünün risk primi
- b_{im} : “i” varlığının hata terimi ile Pazar portföyünün hata terimi arasında kurulan regresyon denkleminde⁶³ elde edilen beta katsayısı.

⁶³ $e_i = b_{im} e_m + u_i$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARBİTRAJ FİYATLAMA TEORİSİ'NİN İ.M.K.B.'DE UYGULANABİLİRLİĞİNİN TEST EDİLMESİ

1. GİRİŞ

AFT, değişik yöntemler kullanılarak test edilebilir. Bu yöntemlerden ilki olan faktör analizi yöntemi, varlık getiri oranlarının k adet risk faktöründen etkilendiğini belirtirken bu faktörlerin ne niteliği ne de niceliği hakkında kesin bir bilgi vermemektedir. Bu yöntemde süreç iki aşamalıdır. Birinci aşamada varlık getiri oranlarını etkileyen risk faktörü veya faktörleri belirlendikten sonra bu risk faktörüne veya faktörlerine ait beta katsayıları hesaplanmaktadır. İkinci aşamada ise hesaplanan bu beta katsayıları, getiri oranları ile yatay kesit regresyona tabi tutularak faktörlerin risk primleri belirlenmektedir.

AFT'nin test edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon yöntemidir. Bu yöntemde makroekonomik değişkenler açıklayıcı değişken olarak modele dahil edilmektedir. Makroekonomik değişkenlerin bağımsız değişken olarak kullanıldığı zaman serisi regresyonundan elde edilen beta katsayıları, her bir varlığın risk faktörlerine karşı duyarlılığını gösterecektir. Hesaplanan beta katsayıları bağımsız değişken olarak getiri oranları ile yatay kesit regresyona⁶⁴ tabi tutulup risk primleri tahmin edilmektedir.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Uygulamanın amacı İ.M.K.B.'de işlem gören hisse senetlerinden oluşan portföylerin, getirilerini etkileyen makroekonomik değişkenlere karşı duyarlılıklarının ve risk primlerinin tahmin edilerek, bunların portföy getirilerini açıklama gücünün

⁶⁴ Yatay kesit regresyon yöntemi, aynı zaman noktasında veya bir zaman diliminde bulunan gözlemlerin farklı bir yatay boyutta aldıkları değerlerin (yatay kesit verilerin) girdi olarak kullanıldığı regresyon analizidir.

istatistiksel olarak anlamlılığının sınıanıp AFT'nin 1998 – 2002 yılları arasındaki varlık fiyatları kullanılarak İ.M.K.B.'de kullanılabilirliğinin test edilmesidir.

İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilirse, hangi makroekonomik değişkenlerin varlık getiri oranları üzerinde etkisi olduğu saptanacak ve aralarındaki ilişki faktör beta katsayılarına ve risk primlerine dayanarak yorumlanacaktır.

3. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Modelde bağımlı değişken olarak kullanılan hisse senetleri aylık getiri oranlar, Ocak 1998 tarihinden itibaren İ.M.K.B.'de sürekli olarak bir haftadan uzun işlem görmemiş hisse senetleri dışında kalan hisse senetlerine aittir.

Modelde bağımsız değişken olarak kullanılacak olan makroekonomik faktör değerlerinin elde edilmesinde Hazine Bonosu Faiz Oranlarının dışında herhangi bir kısıtla karşılaşılmamıştır. Ekim 2003, Aralık 2000, Aralık 1999 ve Ağustos 1998 tarihlerinde gerçekleşen hazine ihalesi olmadığı için bu aylardaki Hazine Bonosu Faiz Oranı, aynı aylardaki mevduat faiz oranlarına, mevcut olan hazine bonusu faiz oranlarının ortalama değeri ile mevcut olan mevduat faiz oranlarının ortalama değeri arasındaki fark ilave edilerek hesaplanmıştır.

Modelde kullanılacak zaman serisi Ocak 1998 – Mart 2004 tarihleri arasındaki 73 adet gözlemden oluşmaktadır. Zaman serisinin daha uzun olması tercih edilebilirdi ancak bu durumda modelde kullanılacak olan hisse senetlerinin sayısında bir azalma söz konusu olacaktı. Bununla beraber modelde kullanılacak varlık sayısının, modelde kullanılan faktör sayısından oldukça fazla olma⁶⁵ gerekliliğinin karşılanması amacıyla zaman serisinin başlangıç değeri Ocak 1998 olarak belirlenmiştir.

⁶⁵ Reilly, F. K., Brown, 1997, a.g.e., s.323-330.

4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİLER

Modelde iki adet veri seti kullanılmıştır. Bunlardan birincisi bağımlı değişkenleri oluşturan portföy getiri oranları iken ikinci veri seti ise açıklayıcı değişkenleri oluşturan makroekonomik değerlerdir. Hisse senetlerinin fiyat bilgileri, Analiz Yatırım Araştırmaları A.Ş.'nin veri bankasından temin edilirken makroekonomik değerler, T.C.M.B., D.İ.E. ve Dış Ticaret Müsteşarlığı veri bankalarından temin edilmiştir.

4.1. PORTFÖY GETİRİLERİ

Varlık getirilerini temsilen, Ocak 1998 - Mart 2004 tarihleri arasında İ.M.K.B.'de düzenli olarak işlem görmüş, sermaye ve kâr payı ödemeleri dikkate alınıp, geriye doğru düzeltilmiş 150 adet hisse senedi getiri oranları kullanılmıştır.

Daha sonra bu hisse senetleri sektörel bazda ayrılarak yirmi adet portföy oluşturulmuştur. Her hisse senedinin portföydeki ağırlığı eşit olarak belirlenmiştir. Modelde kullanılacak olan bağımlı değişken değerleri, oluşturulan portföylerin aylık getirilerindeki yüzdesel değişimlerdir.

Hisse senetleri ve ait oldukları sektörler Tablo 2'de, oluşturulan 20 adet portföy ve kapsadıkları hisse senetleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Portföyler ve Kapsadıkları Hisse Senetleri

	PORTFÖY1	PORTFÖY2	PORTFÖY3	PORTFÖY4	PORTFÖY5
HİSSE SENETLERİ	Borusan Boru Tofaş Oto Fab. Çimsa Çimento Ege Gübre Akal Tekstil Tesco Kipa Ray Sigorta Borova Yapı	Burçelik Adana Çimento A Denizli Cam Eczacıbaşı İlaç Akın Tekstil T.Tuborg Türk Kalkınma Bankası Sabancı Holding	Çelik Halat Vestel Göлтаş Çimento Petkim Aksu İplik Tansaş Alternatif Bank Global Menkul Değerler	Çemtaş Adana Çimento B Eczacıbaşı Yapı Ege Plast Altınyıldız Migros Dışbank Aselsan	Demisaş Döküm Otokar Mardin Çimento Pimaş Berdan Tekstil Milpa Anadolu Sigorta
	PORTFÖY6	PORTFÖY7	PORTFÖY8	PORTFÖY9	PORTFÖY10
	Döktaş Adana Çimento C Ege Seramik Good Year Derimod Tat Konserve Alarko Holding	Erbosan Uzel Makine Oysa Çimento Gübre Fabrikaları Bossa Tukaş FinansBank	Ereğli Demir Çelik Mutlu Akü Ünye Çimento Sasa Yataş Çarşı T.S.K.B Net Holding	Feniş Alüminyum Afyon Çimento Haznedar Doğan Gazetecilik Karsu Tekstil Pınar Su Güneş Sigorta Vakıf GMYO	İzmir Demir Çelik Klimasan Klima Konya Çimento Hürriyet Gazetesi Lüks Kadife Marmaris Altınyunus Aksigorta
	PORTFÖY11	PORTFÖY12	PORTFÖY13	PORTFÖY14	PORTFÖY15
	Sarkuysan Akçansa Aygaz Olmaksa Okan Tekstil İntema Şişecam Eczacıbaşı Yatırım	Alarko Carrier Anadolu Cam Bağfaş Kaplamin Yünsa Ünal Tarım Vakıf Finansal Kiralama Borusan Yatırım ve Pazarlama	Anadolu Isuzu Batı Çimento Trakya Cam Tire Kutsan Ceylan Giyim Marmaris Martı Commercial Union Çbs Printaş	Arçelik Parsan Çbs Boya Gentaş Uki Konfeksiyon THY Finans Finansal Kiralama	Beko Bolu Çimento İzocam Hektaş Frigo Pak Gıda Net Turizm Tekstil Bank
PORTFÖY16	PORTFÖY17	PORTFÖY18	PORTFÖY19	PORTFÖY20	
Bosch Fren Sistemleri Bursa Çimento Kütahya Porselen Gediz İplik Kent Gıda Akbank Doğan Holding	Bsh Profilo Çimbeton Uşak Seramik Kelebek Mobilya Konfrut Gıda Garanti Bankası Alcatel	Ege Endüstri Pirelli Kablo Brisa Mensa Mensucat Banvit Çelebi Özfinans Factoring	Eminiş Ambalaj Çimentaş Deva Holding Kordsa Pınar Süt Yapı ve Kredi Bankası Netaş Telekom	Ford Otosan T.Demir Döküm Enka İnşaat Viking Kağıt Esem S.G. Merko Gıda Usaş Alarko G.M.Y.O.	

4.2. MAKROEKONOMİK RİSK FAKTÖRLERİ

Varlık fiyatlarının açıklanmasında yalnızca varlık fiyatlarının kullanımı yerine makroekonomik faktörlerin açıklayıcı olarak kullanılması, varlık fiyatlarındaki değişkenliği makroekonomik olaylara bağlayarak ek bilgiler vermektedir.⁶⁶

Risk faktörlerini temsil etmek ve yatay kesit varlık fiyatlarını açıklamak için bir çok makroekonomik değişken literatürdeki çalışmalarda yerini almıştır. Kullanılan bu makroekonomik değişkenler Tablo 4'te görülebilir.

⁶⁶Edwin Burmeister and M. B. McElroy, "Joint Estimation of Factor Sensitivities and Risk Premia for the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Vol:43, No:3, July, 1988, p.721.

Tablo 4. Literatürde Kullanılmış Olan Makroekonomik Değişkeler

Makroekonomik Değişkenler	Makroekonomik Değişkenin Kullanıldığı Çalışmalar
Sanayi Üretimi	Chan, Chen ve Hsieh (1985), Chen, Roll ve Ross (1986), Burnmeister ve Wall (1986), Beenstock ve Chan (1988), Chang ve Pinegar (1990), Kryzanowski ve Zhang (1992), Chen ve Jordan (1993), Sauer (1994), Özcam (1997), Rahman, Coggin ve Lee (1998), Yörük (2000), Altay (2001)
Enflasyon	Chan, Chen ve Hsieh (1985), Chen, Roll ve Ross (1986), Burnmeister ve Wall (1986), Burnmeister ve MacElroy (1988), Chang ve Pinegar (1990), Kryzanowski ve Zhang (1992), Chen ve Jordan (1993), Sauer (1994), Özcam (1997), Rahman, Coggin ve Lee (1998), Yörük (2000), Altay (2001)
Risk Primi	Chan, Chen ve Hsieh (1985), Chen, Roll ve Ross (1986), Burnmeister ve Wall (1986), Beenstock ve Chan (1988), Chang ve Pinegar (1990), Kryzanowski ve Zhang (1992), Chen ve Jordan (1993), Sauer (1994), Rahman, Coggin ve Lee (1998)
Vade Yapısı	Chan, Chen ve Hsieh (1985), Chen, Roll ve Ross (1986), Burnmeister ve Wall (1986), Beenstock ve Chan (1988), Chang ve Pinegar (1990), Kryzanowski ve Zhang (1992), Chen ve Jordan (1993), Sauer (1994), Rahman, Coggin ve Lee (1998)
Reel Tüketim	Chan, Chen ve Hsieh (1985)
Petrol Fiyatları	Chan, Chen ve Hsieh (1985), Chen ve Jordan (1993)
(Residual) Piyasa Faktörü	Burnmeister ve Wall (1986), Burnmeister ve MacElroy (1988), Kryzanowski ve Zhang (1992)
Para Arzı	Beenstock ve Chan (1988), Sauer (1994), Özcam (1997), Yörük (2000), Altay (2001)
Perakende Fiyatlar (Tüfe)	Beenstock ve Chan (1988)
Sermaye Hareketleri	Altay (2001)
Perakende Satışlar	Beenstock ve Chan (1988), Sauer (1994), Özcam (1997)
Ücretler	Beenstock ve Chan (1988), Sauer (1994)
İhracat	Beenstock ve Chan (1988), Sauer (1994)
Toplam Gelir	Burnmeister ve MacElroy (1988)
Kısa Vadeli Faiz Oranları (Hazine Bonosu Faiz Oranları)	Burnmeister ve MacElroy (1988), Özcam (1997), Yörük (2000), Altay (2001)
GSMH	Kryzanowski ve Zhang (1992)
Döviz Kuru	Kryzanowski ve Zhang (1992), Sauer (1994), Özcam (1997), Yörük (2000), Altay (2001)
İşsizlik Oranı	Sauer (1994)
Bütçe Nakit Dengesi	Özcam (1997), Yörük (2000)
Cari İşlemler Dengesi	Özcam (1997), Yörük (2000), Altay (2001)
Sipariş Miktarı	Sauer (1994)

Kaynak: Altay E, "The Effect of Macroeconomic Factors on Asset Returns: A Comparative Analysis of the German and the Turkish Stock Markets in an APT Framework," Martin-Luther-Universität, Betriebswirtschaftliche Diskussionsbeiträge, No.48, (May 2003), p.10.

Yukarıda belirtilen makroekonomik değişkenlerin dışında Türk literatüründeki çalışmalarda kullanılan diğer değişkenler ise imalat sanayi üretim endeksi, sermaye hareketleri ve altın fiyatlarıdır.

Bu çalışmada kullanılacak olan makroekonomik değişkenlerin nasıl belirlendiği “Araştırmanın Yöntemi ve Makroekonomik Risk Faktörlerinin Belirlenmesi” başlığı altında açıklanacaktır.

5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ ve MAKROEKONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

5.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada, faktör analizi yönteminin eksikliği (getiri oranlarındaki değişkenliği açıklayan faktör sayıları hakkında bilgi vermesine karşın getiri oranlarındaki değişikliklere neden olan ekonomik unsurların ya da risk kaynaklarının bir açıklığa kavuşmaması⁶⁷) nedeniyle çok değişkenli regresyon modeli kullanılmıştır.

Araştırma çerçevesinde öncelikle modelde kullanılacak makroekonomik risk faktörleri belirlenmiş, daha sonra bu makroekonomik değişkenler kullanılarak her bir portföyün gerçekleşen getirileri açıklanmış ve her bir portföyün makroekonomik risk faktörlerine karşı duyarlılık katsayıları (faktör betaları) tahmin edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra tahmin edilen ve istatistiksel olarak anlamlı olan makroekonomik risk faktörlerinin duyarlılık katsayıları (faktör betaları), kesit regresyon denklemlerinde beklenen getirileri açıklayan değişkenler olarak kullanılarak risk primleri tahmin edilmiştir.

⁶⁷ Altay, E., *Sermaye Piyasası'nda Varlık Fiyatlama Teorileri* (İstanbul: Derin Yayınları, 2004), s.176-179.

5.2.MAKROEKONOMİK RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada makroekonomik risk faktörlerin seçimi üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada literatürde yer alan ve Türk piyasalarına uygulanabilir değişkenler sezgisel olarak belirlenmiş ve bu makroekonomik değişkenlere ait korelasyon matrisi Tablo 5'te verilmiştir.

Sezgisel olarak belirlenen makroekonomik risk faktörleri, Tüketici Fiyatları Endeksi (TUFİ), İhracatın İthalatı Karşılama Oranı (İHİT), Sanayi Üretim Endeksi (SUE), İmalat İmalat Sanayi Üretim Endeksi (İSUE) ve Kapasite Kullanım Oranları (KKO), Altın⁶⁸ fiyatları, Döviz Kurları⁶⁹, Hazine Bonosu Faiz Oranları⁷⁰ (HBFO), Mevduat Faiz Oranları (MFO), Cari İşlemler Dengesi (CID), Bütçe Nakit Dengesi (BND), İç Borç Stoku (İCB), M1 ve M2'dir.

Tablo 5. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi I

	ALTIN	BND	CID	DOVİZ	HBFO	İCB	İHİT	İSUE	KKO	M1	M2	MFO	SUE	TUFİ
ALTIN	1,00	0,23	0,25	0,43	0,41	0,15	0,22	-0,03	0,01	-0,13	-0,12	0,30	-0,04	0,41
BND		1,00	0,12	0,34	0,60	0,31	0,20	-0,08	-0,07	-0,83	-0,81	0,50	-0,09	0,49
CID			1,00	0,28	0,47	0,12	0,48	-0,12	-0,11	-0,15	-0,15	0,30	-0,14	0,37
DOVİZ				1,00	0,52	0,06	0,24	-0,02	-0,02	-0,24	-0,24	0,43	-0,03	0,43
HBFO					1,00	0,29	0,18	-0,08	-0,07	-0,64	-0,63	0,77	-0,09	0,61
İCB						1,00	-0,03	-0,06	-0,07	-0,21	-0,20	0,20	-0,05	0,36
İHİT							1,00	-0,28	-0,33	-0,08	-0,07	0,26	-0,29	0,22
İSUE								1,00	0,73	0,07	0,08	-0,10	0,99	-0,04
KKO									1,00	0,04	0,06	-0,07	0,73	-0,04
M1										1,00	0,99	-0,46	0,07	-0,54
M2											1,00	-0,45	0,09	-0,53
MFO												1,00	-0,12	0,39
SUE													1,00	-0,06
TUFİ														1,00

⁶⁸ Altın fiyatlarındaki yüzde değişim külçe altın, Cumhuriyet altın, Reşat altın ve bir ons altın fiyatlarındaki yüzde değişimlerin ortalaması olarak hesaplanmıştır.

⁶⁹ Döviz kurlarındaki yüzde değişim GBP, JPY ve USD'nin Türk Lirası cinsinden kurlarındaki yüzde değişimlerin ortalaması olarak hesaplanmıştır.

⁷⁰ Hazine Bonolarında aylık faizler elde edilirken, ihalelerde gerçekleşen üç ay vadeli ağırlıklı hazine bonusu faizleri bileşik faiz esasına göre aylık faiz oranlarına dönüştürülmüştür. Dönüştürmede kullanılan formül $r_3=(1+r_3)^{1/3}-1$ olarak yazılabilir.

Ancak, Makroekonomik değişkenlerin doğrusal regresyon denklemlerinde bağımsız değişken olarak yer aldığı modellerde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi açıklayıcı(bağımsız) değişkenler yani makroekonomik değişkenler arasında bulunabilecek yüksek korelasyon dolayısıyla meydana gelebilecek olan çoklu doğrusal bağlantıdır.⁷¹

Tablo 5’te görüldüğü gibi ISUE ile SUE, M1 ile M2, MFO ile HBFO ve KKO ile SUE arasında yüksek bir korelasyon olduğu için ISUE, M1, MFO ve KKO modelden çıkartılmıştır.

Modelde kullanılacak makroekonomik faktörleri belirleme sürecinin ikinci aşamasında ise Engle ve Granger⁷² tarafından geliştirilen ve Johansen⁷³ tarafından uygulamaya konan eşbütünleşme (cointegration) testleri kullanılacaktır. Bu tekniğe göre, bireysel olarak düzey halinde durağan olmayan zaman serileri, ortak bir stokastik trende sahip olabilir ve bu zaman serileri arasında durağan doğrusal bir bileşim oluşabilir. Diğer bir ifadeyle, değişkenlerin uzun dönemde istikrarlı bir denge ilişkisine sahip oldukları ve değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu söylemek mümkündür. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını araştıran Johansen Eşbütünleşme testlerindeki değişkenler, varlık getirilerini temsilen İMKB’de hesaplanan endeksler ve makroekonomik değerlerdir. Bu testler için EViews 3.0 paket programı kullanılmıştır. Bu testlerde hipotezler;

H_0 : Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur ve

H_1 : Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır olarak tanımlanabilir.

Testler sonucunda ICB ve NBD’ye ait Olabilirlik Katsayıları (LR) ile %5 anlam düzeyindeki tablo değerleri (CV) karşılaştırıldığında (“LR” değerleri, “CV” değerlerinden küçük olduğu için) değişkenler arasında (ICB ile İMKB endekleri ve

⁷¹ Chen, N., Roll, R., and Ross, A. S., July, 1986, a.g.e., s.383-403.

⁷² Engle, F. R., and Granger J. W. C., “Cointegration and Error Correction: Representation, Estimating and Testing,” *Econometrica*, Vol.55 (1987), s.251-276.

⁷³ Johansen, S., “Statistical Analysis of Cointegrating Vectors,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.12 (1988), s.231-254.

NBD ile İMKB Endekleri arasında) eşbütünleşme ilişkisi olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilememiştir. Bu nedenle bu iki değişken ile İMKB endeksleri arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi olmadığı sonucuna varılmış ve bu iki makroekonomik değişken de modelden çıkartılmıştır. Johansen Eşbütünleşme testlerinin sonuçları Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6. Johansen Eşbütünleşme Test Değerleri

	ALTIN		BND		CID		DÖVİZ		HBF		IHIT		KAP		M2		SUE		TUFİ		ICB	
	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV	LR	CV
METAL ANA	35,99	19,96	17,75	19,96	24,52	19,96	33,26	19,96	32,54	19,96	31,45	19,96	42,71	19,96	42,38	19,96	47,14	19,96	25,78	19,96	18,48	19,96
METAL EŞYA	36,01	19,96	18,47	19,96	26,23	19,96	33,36	19,96	31,58	19,96	27,82	19,96	44,38	19,96	45,49	19,96	46,35	19,96	33,01	19,96	17,70	19,96
SİNAİ	36,50	19,96	18,52	19,96	25,80	19,96	34,08	19,96	33,16	19,96	27,96	19,96	44,46	19,96	44,89	19,96	46,63	19,96	30,54	19,96	19,46	19,96
TAŞ	33,91	19,96	16,41	19,96	26,23	19,96	32,28	19,96	29,23	19,96	26,27	19,96	42,72	19,96	43,82	19,96	46,30	19,96	28,60	19,96	16,32	19,96
TOPRAK	36,06	19,96	19,78	19,96	25,96	19,96	35,19	19,96	33,29	19,96	28,73	19,96	45,47	19,96	45,51	19,96	47,08	19,96	30,85	19,96	17,02	19,96
TEKSTİL	37,74	19,96	22,93	19,96	31,43	19,96	36,52	19,96	33,29	19,96	28,19	19,96	48,59	19,96	47,22	19,96	51,02	19,96	34,51	19,96	20,83	19,96
TİCARET	36,80	19,96	20,13	19,96	26,32	19,96	32,98	19,96	26,53	19,96	28,46	19,96	48,44	19,96	49,60	19,96	49,02	19,96	32,92	19,96	19,89	19,96
TURİZM	34,41	19,96	19,69	19,96	27,22	19,96	31,40	19,96	26,83	19,96	24,22	19,96	45,79	19,96	45,88	19,96	47,57	19,96	34,01	19,96	17,69	19,96
ULAŞTIRMA	42,03	19,96	20,79	19,96	27,12	19,96	36,88	19,96	37,90	19,96	31,31	19,96	50,14	19,96	50,14	19,96	50,04	19,96	32,77	19,96	18,31	19,96
ORMAN	37,82	19,96	22,92	19,96	29,61	19,96	37,89	19,96	34,70	19,96	28,31	19,96	47,79	19,96	47,51	19,96	49,88	19,96	33,40	19,96	16,58	19,96
KAĞIT	37,69	19,96	19,58	19,96	30,68	19,96	35,45	19,96	32,75	19,96	28,67	19,96	46,38	19,96	47,62	19,96	49,77	19,96	32,89	19,96	19,63	19,96
KİMYA	38,23	19,96	18,98	19,96	31,78	19,96	36,93	19,96	34,77	19,96	29,11	19,96	48,20	19,96	48,55	19,96	50,69	19,96	34,40	19,96	18,79	19,96
PETROL	35,99	19,96	20,43	19,96	28,79	19,96	34,23	19,96	31,80	19,96	26,83	19,96	45,51	19,96	48,25	19,96	48,48	19,96	33,51	19,96	21,25	19,96
İMKB 100	36,28	19,96	19,69	19,96	27,76	19,96	34,29	19,96	32,82	19,96	27,28	19,96	45,01	19,96	46,83	19,96	47,79	19,96	32,80	19,96	19,51	19,96
ULUSAL																						
HİZMET																						
ULUSAL																						
MALİ																						
ULUSAL																						
TÜM																						

LR: Olabilirlik Katsayısı CV: Tablo Değeri (5%)

Geriye kalan makroekonomik değişkenlerle tekrar oluşturulan korelasyon matrisi Tablo 7'de gösterilmektedir. Tablo 7'de görüldüğü gibi HBFO, M2 ve TUFİ arasında yüksek korelasyon olduğu belirlenmiş ve bu yüksek korelasyonun ortadan kaldırılabilmesi için HBFO ve TUFİ birlikte kullanılarak Reel Faiz Oranı⁷⁴ hesaplanmıştır. Bu değişiklikte meydana gelen yeni makroekonomik değişkenlere ait korelasyon matrisi Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8'deki sonuçlar incelendiğinde modelde risk faktörlerini temsil edecek olan makroekonomik değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantılara yol açabilecek yüksek korelasyon artık gözlenmemektedir.

⁷⁴ Reel Faiz Oranı = $(1 + \text{Nominal Faiz Oranı}) / (1 + \text{Enflasyon Oranı}) - 1$

Tablo 7. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi II

	ALTIN	CID	DOVIZ	HBFO	IHIT	M2	SUE	TUFE
ALTIN	1,00	0,31	0,51	0,43	0,26	-0,19	-0,01	0,44
CID		1,00	0,35	0,46	0,32	-0,39	-0,11	0,42
DOVIZ			1,00	0,54	0,19	-0,29	-0,01	0,45
HBFO				1,00	0,24	-0,66	-0,05	0,62
IHIT					1,00	0,34	-0,08	0,21
M2						1,00	0,05	-0,56
SUE							1,00	0,00
TUFE								1,00

Tablo 8. Makroekonomik Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi III

	CID	ALTIN	DOVIZ	IHIT	M2	RFO	SUE
CID	1,00	0,31	0,35	0,32	-0,39	0,03	-0,11
ALTIN		1,00	0,52	0,26	-0,19	-0,02	-0,01
DOVIZ			1,00	0,19	-0,29	0,08	-0,01
IHIT				1,00	0,34	0,03	-0,08
M2					1,00	-0,09	0,05
RFO						1,00	-0,06
SUE							1,00

6. MODELİN YARATILMASI VE TAHMİN AŞAMALARI

Modelin tahmini iki aşamada gerçekleştirilecektir. Birinci aşamada portföy getiri oranları bağımlı, makroekonomik faktörlerin aldıkları değerler bağımsız değişken olmak üzere aşağıdaki zaman serisi regresyonu kullanılarak her faktöre karşılık gelen faktör betası hesaplanacaktır.

$R_{it} = E(R_i) + b_{i1} \delta_{1t} + b_{i2} \delta_{2t} + \dots + b_{ik} \delta_{kt} + \epsilon_{it}$ denklemi kullanılarak modelde yaratılan zaman serisi regresyonları aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_{1t} = E(R_1) + b_{11} (IHIT)_{1t} + b_{12} (SUE)_{2t} + b_{13} (ALTIN)_{3t} + b_{14} (DOVIZ)_{4t} + b_{15} (M2)_{5t} + b_{16} (CID)_{6t} + b_{17} (RFO)_{7t} + \epsilon_{1t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

$$R_{2t} = E(R_2) + b_{21} (IHIT)_{1t} + b_{22} (SUE)_{2t} + b_{23} (ALTIN)_{3t} + b_{24} (DOVIZ)_{4t} + b_{25} (M2)_{5t} + b_{26} (CID)_{6t} + b_{27} (RFO)_{7t} + \epsilon_{2t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

...

$$R_{20t} = E(R_{20}) + b_{201} (IHIT)_{1t} + b_{202} (SUE)_{2t} + b_{203} (ALTIN)_{3t} + b_{204} (DOVIZ)_{4t} + b_{205} (M2)_{5t} + b_{206} (CID)_{6t} + b_{207} (RFO)_{7t} + \varepsilon_{20t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

Yukarıda yer alan zaman serisi regresyonlarından yararlanılarak her portföyün, yedi adet makroekonomik değişkene karşı duyarlılık katsayıları (faktör betaları) hesaplanmıştır. Portföy getiri oranlarının bağımlı değişken olarak yer aldığı modelden elde edilen makroekonomik değişkenlere ait beta katsayılarının tamamı istatistiksel olarak yeterli anlamlılık derecesine ($\alpha = 5\%$) sahip değildir. Değişkenlere ait beta katsayıları, istatistiksel anlamlılığını ölçen p-değerleri ve her değişkenin toplam yirmi portföyün yüzde kaçında anlamlı olduğunu gösteren Tablo 9 aşağıda verilmiştir.

Tablo 9. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri I

	sabit değer		IHIT		SUE		ALTIN		DOVIZ		M2		CID		RFO	
	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
P1	-0,151	0,314	0,415	0,107	-0,007	0,978	-1,156	0,059	1,837	0,007	0,000	0,383	0,000	0,235	-3,984	0,005
P2	-0,104	0,517	0,321	0,243	-0,053	0,843	-0,924	0,156	1,789	0,014	0,000	0,570	0,000	0,501	-3,871	0,010
P3	-0,190	0,274	0,527	0,077	-0,033	0,909	-1,481	0,037	1,805	0,021	0,000	0,277	0,000	0,262	-5,147	0,002
P4	-0,154	0,312	0,425	0,105	0,033	0,896	-1,281	0,040	1,615	0,019	0,000	0,417	0,000	0,386	-3,809	0,008
P5	-0,198	0,227	0,498	0,076	0,123	0,655	-1,307	0,050	1,515	0,039	0,000	0,427	0,000	0,427	-3,602	0,018
P6	-0,058	0,721	0,241	0,383	-0,147	0,589	-1,176	0,075	1,590	0,029	0,000	0,772	0,000	0,495	-3,615	0,160
P7	-0,170	0,270	0,422	0,109	-0,115	0,655	-0,895	0,151	1,479	0,032	0,000	0,504	0,000	0,341	-3,395	0,017
P8	-0,191	0,267	0,505	0,088	-0,082	0,776	-1,249	0,075	1,577	0,041	0,000	0,373	0,000	0,170	-4,931	0,002
P9	-0,158	0,287	0,392	0,123	0,052	0,835	-0,741	0,217	1,257	0,058	0,000	0,523	0,000	0,271	-3,476	0,012
P10	-0,166	0,301	0,423	0,124	-0,122	0,650	-0,615	0,342	1,284	0,073	0,000	0,476	0,000	0,279	-3,754	0,012
P11	-0,082	0,601	0,301	0,263	-0,088	0,740	-1,184	0,065	1,690	0,017	0,000	0,495	0,000	0,429	-3,693	0,012
P12	-0,057	0,703	0,253	0,321	0,020	0,935	0,967	0,111	1,528	0,023	0,000	0,545	0,000	0,415	-3,773	0,007
P13	-0,077	0,600	0,228	0,363	-0,127	0,606	-0,926	0,120	1,759	0,008	0,000	0,932	0,000	0,537	-2,938	0,031
P14	-0,139	0,375	0,368	0,171	0,045	0,865	-1,131	0,077	1,704	0,016	0,000	0,508	0,000	0,254	-3,136	0,031
P15	0,177	0,285	0,462	0,103	-0,129	0,641	-1,214	0,071	1,629	0,028	0,000	0,477	0,000	0,297	-4,217	0,006
P16	-0,137	0,279	0,365	0,094	-0,048	0,820	-0,550	0,283	1,095	0,054	0,000	0,314	0,000	0,287	-2,681	0,023
P17	0,070	0,631	0,277	0,270	-0,102	0,679	-0,646	0,277	1,047	0,110	0,000	0,454	0,000	0,388	-3,783	0,006
P18	-0,150	0,274	0,367	0,118	-0,153	0,507	-0,821	0,139	1,424	0,021	0,000	0,620	0,000	0,258	-3,605	0,005
P19	-0,058	0,695	0,261	0,303	-0,044	0,861	-0,520	0,386	1,100	0,097	0,000	0,303	0,000	0,176	-3,204	0,020
P20	-0,169	0,244	0,406	0,101	-0,059	0,807	-1,190	0,044	1,778	0,007	0,000	0,527	0,000	0,137	-3,301	0,014
Değişkenlerin portföylerin genelinde yüzde anlamlılığı	0%		0%		0%		20%		75%		0%		0%		95%	

Tablo 9’da görüldüğü gibi IHIT, SUE, ALTIN, DOVIZ, M2 ve CID değişkenleri portföy getiri oranları ile regresyona tabi tutulduğunda, IHIT, SUE, ALTIN, M2 ve CID değişkenlerinin toplam yirmi portföy (denklem) içinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamsız diğer yandan DOVIZ ve RFO değişkenlerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda açıklandığı gibi beta katsayıları hesaplandıktan ve istatistiksel olarak anlamlı olanlar belirlendikten sonra sadece anlamlı beta katsayılarına sahip olan makroekonomik değişkenler ile yeni bir zaman serisi regresyon modeli kurulmuş ve beta katsayıları tekrar hesaplanmıştır. Yeni model aşağıdaki şekliyle ifade edilebilir.

$$R_{it} = E(R_i) + b_{i1} \delta_{1t} + b_{i2} \delta_{2t} + \dots + b_{ik} \delta_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (k=1, 2) \text{ ise}$$

$$R_{1t} = E(R_1) + b_{11} (\text{DOVIZ})_{1t} + b_{12} (\text{RFO})_{2t} + \varepsilon_{1t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

$$R_{2t} = E(R_2) + b_{21} (\text{DOVIZ})_{1t} + b_{22} (\text{RFO})_{2t} + \varepsilon_{2t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

...

$$R_{20t} = E(R_{20}) + b_{201} (\text{DOVIZ})_{1t} + b_{202} (\text{RFO})_{2t} + \varepsilon_{20t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73) \text{ olacaktır.}$$

DOVIZ ve RFO değişkenlerinden oluşan iki bağımsız değişkenli zaman serisi regresyon modelinden elde edilen beta katsayıları, p-değerleri ve her değişkenin toplam yirmi portföyün yüzde kaçında anlamlı olduğu Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri II

	sabit değer		DOVIZ		RFO	
	β	p	β	p	β	p
P1	0,740	0,011	0,869	0,019	-3,438	0,012
P2	0,070	0,022	1,037	0,008	-3,430	0,017
P3	0,086	0,012	0,619	0,146	-4,424	0,006
P4	0,750	0,012	0,581	0,120	-3,236	0,021
P5	0,077	0,015	0,490	0,219	-3,034	0,042
P6	0,076	0,015	0,543	0,163	-3,104	0,034
P7	0,069	0,020	0,758	0,043	-2,923	0,035
P8	0,087	0,010	0,514	0,220	-4,301	0,007
P9	0,069	0,015	0,635	0,076	-3,119	0,020
P10	0,075	0,015	0,793	0,040	-3,367	0,019
P11	0,072	0,018	0,696	0,068	-3,144	0,027
P12	0,075	0,009	0,700	0,052	-3,339	0,013
P13	0,061	0,030	0,922	0,010	-2,545	0,053
P14	0,065	0,032	0,717	0,061	-2,613	0,065
P15	0,081	0,012	0,621	0,123	-3,617	0,017
P16	0,060	0,140	0,696	0,024	-2,336	0,040
P17	0,074	0,027	0,527	0,133	-3,413	0,010
P18	0,066	0,013	0,710	0,034	-3,181	0,011
P19	0,070	0,013	0,645	0,070	-2,867	0,031
P20	0,066	0,020	0,701	0,050	-2,758	0,038
Değişkenlerin portföylerin genelinde yüzde anlamlılığı:	95%		40%		90%	

Tablo 10 incelendiğinde, yedi değişkenli modelde anlamlı olan DOVIZ değişkenine ait beta katsayıları bu iki değişkenli modelde anlamlılığını yitirmiştir. Bundan dolayı faktör risk primlerini bulmadan önce DOVIZ değişkeninin modelden çıkartılıp sadece RFO bağımsız değişkeninin dahil olduğu yeni bir zaman serisi regresyon modeli oluşturulacak ve beta katsayıları tekrar hesaplanacaktır. Yeni model aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$R_{it} = E(R_i) + b_{i1} \delta_{1t} + b_{i2} \delta_{2t} + \dots + b_{ik} \delta_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (k=1) \text{ ise}$$

$$R_{1t} = E(R_1) + b_{11} (RFO)_{1t} + \varepsilon_{1t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

$$R_{2t} = E(R_2) + b_{21} (RFO)_{1t} + \varepsilon_{2t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73)$$

...

$$R_{20t} = E(R_{20}) + b_{201} (RFO)_{1t} + \varepsilon_{20t} \quad (t = 1,2,3,\dots,73) \text{ şeklinde olacaktır.}$$

Yeni modelde yer alan RFO değişkenine ait beta katsayıları, istatistiksel anlamlılığını ölçen p-değerleri ve bu değişkenin toplam yirmi portföyün yüzde kaçında anlamlı olduğunu gösteren Tablo 11 aşağıda verilmiştir.

Tablo 11. Makroekonomik Değişkenlere Ait Beta Katsayıları ve p-değerleri III

	sabit değer		RFO	
	β	p	β	p
P1	0,095	0,001	-3,182	0,024
P2	0,095	0,002	-3,125	0,036
P3	0,101	0,002	-4,241	0,009
P4	0,089	0,002	-3,065	0,029
P5	0,089	0,004	-2,890	0,053
P6	0,089	0,003	-2,944	0,044
P7	0,087	0,003	-2,700	0,056
P8	0,100	0,002	-4,150	0,009
P9	0,084	0,002	-2,932	0,030
P10	0,094	0,002	-3,134	0,032
P11	0,089	0,003	-2,939	0,041
P12	0,092	0,001	-3,133	0,022
P13	0,083	0,003	-2,274	0,094
P14	0,082	0,006	-2,402	0,094
P15	0,096	0,002	-3,434	0,024
P16	0,076	0,002	-2,131	0,068
P17	0,086	0,002	-3,258	0,014
P18	0,083	0,002	-2,972	0,019
P19	0,086	0,002	-2,677	0,046
P20	0,083	0,003	-2,552	0,058
Değişkenlerin portföylerin genelinde yüzde anlamlılığı		100%		70%

Tablo 11 incelendiğinde, son zaman serisi regresyonundan elde edilen beta katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olduğu için buradan elde edilen beta katsayıları kullanılarak yatay kesit regresyon modeli kullanılacak ve faktör risk primleri tahmin edilecektir. Yatay kesit regresyon modelinde, portföy getiri oranları bağımlı; faktör beta katsayıları ise bağımsız değişken olarak kullanılacaktır. Risk primlerini tahmin edecek olan denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_i = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik} + \varepsilon_{ik} \text{ ise}$$

$$R_1 = \lambda_0 + \lambda_1 b(RFO_1) + \varepsilon_{11}$$

$$R_2 = \lambda_0 + \lambda_2 b(RFO_2) + \varepsilon_{21}$$

...

$$R_{20} = \lambda_0 + \lambda_{20} b(RFO_{20}) + \varepsilon_{20,1} \text{ olacaktır.}$$

Yukarıda yer alan yatay kesit regresyon denklemlerinde, tahmin edilen beta katsayıları portföy getirilerini açıklayıcı değişkenler olarak kullanılmış ve risk primleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen risk primleri ve p-değerleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Beta Katsayılarına Ait Risk Primleri ve p-değerleri

	sabit değer		RFO	
	risk primi	p	risk primi	p
P1	0,227	0,352	0,061	0,440
P2	0,236	0,347	0,062	0,449
P3	0,112	0,681	0,024	0,788
P4	0,203	0,402	0,051	0,518
P5	0,323	0,235	0,086	0,328
P6	0,029	0,906	*75	0,979
P7	0,153	0,545	0,030	0,713
P8	0,273	0,308	0,080	0,358
P9	0,217	0,402	0,061	0,473
P10	0,110	0,665	0,022	0,789
P11	0,262	0,326	0,070	0,420
P12	0,115	0,623	0,023	0,763
P13	0,183	0,357	0,052	0,420
P14	0,091	0,709	0,016	0,837
P15	0,220	0,370	0,059	0,463
P16	0,176	0,402	0,039	0,567
P17	0,218	0,369	0,062	0,432
P18	0,149	0,465	0,044	0,507
P19	0,192	0,450	0,043	0,603
P20	0,201	0,388	0,055	0,472

Tablo 12 incelendiğinde RFO değişkenine ait risk primlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını sınyayan F-Testi değeri de oldukça düşük olduğu için RFO'nun ve çalışmada ele alınan diğer değişkenlerin ortalama getiri oranları üzerinde anlamlı etkisi olduğu söylenememekte ve AFT'nin İ.M.K.B.'de geçerliliği reddedilmektedir.

⁷⁵ P6'da RFO'ya ait risk priminin -0,002 gibi bir değeri alması nedeniyle Tablo 12'den çıkartılmıştır.

7. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

SVFM, menkul kıymet getiri oranları üzerinde geçerli olan tek faktörün piyasa betası olduğunu ileri sürmektedir. Fakat bu yaklaşıma bir çok eleştiri yöneltilmiştir. Bu eleştirilerin başlıcaları getiri oranlarını etkileyebilecek diğer olası risk faktörlerinin göz ardı edilmesi, SVFM varsayımlarının gerçek hayattan uzak olduğu ve SVFM'nin test edilmesinin zorluğudur.

Bu eleştirilerden dolayı, modern finans teorisinde, menkul kıymet getirilerindeki değişimi açıklamaya yönelik alternatif bir model olan AFT geliştirilmiştir. Piyasa denge modeli olarak oluşturulan AFT, menkul kıymetlerin getirilerini etkileyen birden fazla sistematik risk faktörünün varlığını kabul etmektedir.

AFT'nin testi için Faktör Analizi tekniği ve Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem kullanmak mümkündür. Faktör analizi yöntemi, varlık getiri oranlarının "k" adet risk faktöründen etkilendiğini belirtmesine karşın bu faktörlerin ne niteliği ne de niceliği hakkında kesin bir bilgi vermemektedir. Faktör Analizi yönteminde yatırımcıların yatırım kararlarını etkileyecek olan, getiri oranlarındaki değişimlere neden olan ekonomik unsurların ya da risk kaynaklarının açıklığa kavuşmaması nedeniyle uygulamada makroekonomik değişkenlerin yer aldığı Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon yönteminden yararlanılmıştır.

Varlık getirilerini açıklamada kullanılacak olan potansiyel makroekonomik değişkenler Tüketici Fiyatları Endeksi, İhracatın İthalatı Karşılama Oranı, Sanayi Üretim Endeksi, İmalat Sanayi Üretim Endeksi, Kapasite Kullanım Oranları, Altın fiyatları, Döviz Kurları, Hazine Bonosu Faiz Oranları, Mevduat Faiz Oranları, Cari İşlemler Dengesi, Bütçe Nakit Dengesi, İç Borç Stoku, M1 ve M2 olarak belirlenmiştir.

Makroekonomik değişkenler arasında bulunan yüksek korelasyon dolayısıyla meydana gelebilecek olan çoklu doğrusal bağlantıları ortadan kaldırmak, uzun dönemde istikrarlı bir denge ilişkisine sahip olan değişkenleri modele dahil edip daha sağlıklı sonuçlar elde etmek amacıyla modele dahil edilecek olan makroekonomik risk

faktörleri, İhracatın İthalatı Karşılama Oranı, Sanayi Üretim Endeksi, Altın fiyatları, Döviz Kurları, Reel Faiz Oranları, Cari İşlemler Dengesi ve M2 olarak belirlenmiştir.

Uygulama sonucunda, Ocak 1998–Mart 2004 tarihleri arasında ele alınan makroekonomik değişkenlerden hiç birinin bu tarihlere ait varlık getiri oranlarını istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde açıklamadığı sonucuna varılmış; dolayısıyla Arbitraj Fiyatlama Teorisi'nin İ.M.K.B.'de uygulanabilirliği reddedilmiştir.

Bu red, risk ile getiri arasındaki ilişkinin ve fiyatlama mekanizmasının ele alınan dönem içinde İ.M.K.B.'de teoride kabul edildiği gibi olmadığı, piyasada oluşan fiyatların sistematik olmayan risk faktörlerinden de oldukça etkilendiği anlamına gelmektedir. Bu sonuçların olası nedenleri, Türk hisse senedi piyasasının bilgisel olarak etkin olmaması, piyasa derinliğinin az olması, içeriden bilgi edinenlerin fiyatlama sürecinde etkili olması ve Türk hisse senedi piyasasının gelişmiş piyasalara göre sosyal ve politik faktörlere karşı daha duyarlı olması olabilir.

KAYNAKÇA

- Alexander, G. J., Sharpe, F. W., and Barley, V., **Fundamentals of Investments**, 2nd Edt., Prentice Hall, 1993.
- Alpan, F., Tevfik, G., Tevfik, T. A., **Excel ile Finans**, 2. Basım, İstanbul: Literatür Yayıncılık, Kasım 2000., s.474.
- Altay, E., “The Effect of Macroeconomic Factors on Asset Returns: A Comparative Analysis of the German and the Turkish Stock Markets in an APT Framework,” **Martin-Luther-Universitat**, Betriebswirtschaftliche Diskussionsbeiträge, No.48, May, 2003.
- _____. **Sermaye Piyasası’nda Varlık Fiyatlama Teorileri**, İstanbul: Derin Yayınları, 2004.
- _____. “Varlık Fiyatlama Modelleri: SVFM ve AFT ve İMKB’de Uygulaması,” Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001.
- Başoğlu, U., Ceylan, Ali., Parasız, İ., **Finans: Teori, Kurum, Uygulama**, Bursa: Ekin Kitabevi, 2001.
- Bayar, D., Aydın, N., Başar, M., **Finansal Yönetim**, Eskişehir: Birlik Ofset, 2001.
- Breeden, T. D., “An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities,” **Journal of Financial Economics**, Vol.7, 1979.
- Brown, J. S., “The Number of Factors in Security Returns,” *The Journal Finance*, Vol. XLIV., No.5, p.1247-67., December, 1989.
- Brown, J. S., and Weinstein I. M., “A New Approach to Testing Asset Pricing Models: The Bilinear Paradigm,” **The Journal of Finance**, Vol.38, No.3, June, 1983.

Campbell, Y. J., "Asset Pricing at the Millennium," **The Journal of Finance**, Vol.55, No.4, p.1515-1567, Aug, 2000.

Campbell, Y. J., Cochrane, H. J., "Explaining the Poor Performance of Consumption Based Asset Pricing Models," **The Journal of Finance**, Vol.55, No.6, p.2863-78, December, 2000.

Chen, N., "Some Emprical Tests of the Theory of Arbitrage Pricing," **The Journal of Finance**, Vol.38, No.5, p.1393-1414, December, 1983.

Chen, N., Roll, R., and Ross, A. S., "Economic Forces and the Stock Market," **Journal of Business**, Vol.59, No.3, p.383-403., July, 1986.

Chen, S. and Jordan, D. B., "Some Emprical Tests in the Arbitrage Pricing Theory: Macrovariables vs. Derived Factors," **Journal of Banking and Finance**, Vol.17, 1993.

Cho, C. D., Elton, J. E., Gruber, J. M., "On the Robustness of the Roll and Ross Arbitrage Pricing Theory," **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol.19, No.1, March, 1984.

Cochrane, H. J., **Asset Pricing**, New Jersey: Princeton University Press, 2001.

Connor, G., Korajczyk R. A., "A Test for the Number of Factors in an Approximate Factor Model," **The Journal of Finance**, Vol.XLVIII., No.4, p.1263-1291., September, 1993.

Copeland, T. E. and Weston J. F., **Financial Theory and Corporate Policy**, 3rd Edt., Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1988.

_____. **Asset Pricing**.

Dhrymes, P. J., Friend, I., Gültekin N. M. and Gültekin, N. B., “New Tests of the APT and Their Implications,” **Journal of Finance**, Vol.40, No.2, July, 1985.

Dhrymes, P. J., Friend, I., Gültekin, N. B., “A Critical Examination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory,” **Journal of Finance**, Vol.39, No.2, June, 1984.

Duffie, D., **Dynamic Asset Pricing Theory**, 3rd Edt., New Jersey: Princeton University Press, 2001.

Dumas, B. and Allaz, B., **Financial Securities Market Equilibrium & Pricing Methods**, New York: Chapman & Hall, 1996.

Edwin Burmeister and M. B. McElroy, “Joint Estimation of Factor Sensitivities and Risk Premia for the Arbitrage Pricing Theory,” **Journal of Finance**, Vol:43, No:3, July, 1988.

Elton, E. J. and Gruber, J. M., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, New York: John Wiley&Sons, Inc., 1995.

Engle, F. R., and Granger J. W. C., “Cointegration and Error Correction: Representation, Estimating and Testing,” **Econometrica**, Vol.55, 1987.

Francis, J. C., **Investments Analysis and Management**, 5th Edt., New York: McGrawHill, 1991.

Francis, J. C., **Management of Investments**, 3rd Edt., New York: McGrawHill, 1993.

Haugen, A. R., **Modern Investment Theory**, 3rd Edt., New York: Prentice-Hall International, 1993.

- Huberman, G., "A Simple Approach to Arbitrage Pricing Theory," **Journal of Economic Theory**, Vol.28, 1982.
- Jae-On K., Charles, W. M., **Introduction to Factor Analysis: What it is and How to do it**, 13th Edt., Beverly Hills: Sage Publications, 1986.
- Johansen, S., "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors," **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol.12, 1988.
- Kachigan, S. K., **Statistical Analysis, An Interdisciplinary Introduction to Univariate & Multivariate Methods**, New York: Radius Press, 1986.
- Karan, B. M., **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, Ankara: Gazi Kitabevi, 2001.
- Korkmaz, K. T., Özdemir, A. M., "Varlık Fiyatlama Modelleri," **Active Bankacılık ve Finans Dergisi**, Sayı.35, Mart-Nisan 2004, s.66-81.
- Litner, J., "The Valuation of Risk Assets and Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets," **Review of Economics and Statistics**, s.13-37., February, 1965.
- Merton, R., "An Intertemporal Capital Asset Pricing Model," **Econometrica**, Vol.41., No.5, September, 1973.
- Mossin, J., "Equilibrium in a Capital Market," **Econometrica**, s.768-783., October, 1966.
- Nielsen, P., "Evaluating the Arbitrage Pricing Theory," **Kobenhavns Universitet, Ekonomisk Institut**, November, 2003.
- Niyazi, B., **Finansal Yönetim**, 6. Baskı, Ankara:Türkmen Kitabevi, 2002.

- Özçam, M., **Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi**, Ankara: SPK Yayınları, Ekim, 1997.
- Reilly, F. K., Brown, K. C, **Investment Analysis and Portfolio Management**, 5th Edt., New York: The Dryden Press, 1997.
- Reinganum, R. M., “Emprical Tests of Multi-Factor Pricing Model: The Arbitrage Pricing Theory: Some Emprical Results,” **The Journal of Finance**, Vol.36, No.2, May 1981.
- Roll, R., Ross, A. S., “An Emprical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory,” **The Journal of Finance**, Vol. 35, No. 5, s.1073-1103., December 1980.
- _____. “The Arbitrage Pricing Theory: Approach to Strategic Portfolio Planning,” **Financial Analyst Journal**, Vol. 40, May-June 1984.
- Ross, A. S., “The Current Status of the CAPM,” **The Journal of Finance**, Vol.33, No.3, p.885-901., June, 1978.
- _____. “Return, Risk and Arbitrage,” **Risk and Return in Finance**, Ed. by Friend I. and Bicksler, Cambridge: Ballinger, s. 189-219., 1976.
- _____. “The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing,” **Journal of Economic Theory**, Vol. 13, s. 341-360., 1976.
- Rubinstein, M., “The Valuation of Uncertain Income Streams and the Pricing of Options,” **Bell Journal of Economics and Management Science**, Vol.7, s.407-425., 1976.
- Sharpe, F. W., “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk,” **The Journal of Finance**, Vol.XIX, No.3, September, s.425-442., 1964.

Sharpe, F. W., Alexander, J. Gordon., Bailey, V. J., **Investments** New York: Prentice-Hall International, 1999.

Srivatava, S. and O'Brien, J., **Investments: A Visual Approach, Modern Portfolio Theory and CAPM Tutor**, Cincinnati: South-Western College Publishing, 1995.

Trzcinka, C., "On the Number of Factors in the Arbitrage Pricing Model," **The Journal of Finance**, Vol.XLI., No.2, p.347-368., June, 1986.

Wei, J. C. K., "An Asset Pricing Theory Unifying the CAPM and APT," **The Journal of Finance**, Vol.43, No.4,September, 1988.

Yörük, N., **Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modeli'nin İMKB'de Test Edilmesi**, Ankara: İ.M.K.B. Yayınları, 2000.