

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BORSA İSTANBUL SEKTÖR ENDEKSLERİNDE ZAMANLA
DEĞİŞEN EKONOMİK DÖVİZ KURU RİSKİ

EMRE BİLGİÇ

EYLÜL 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME BİLİM DALI

BORSA İSTANBUL SEKTÖR ENDEKSLERİNDE ZAMANLA
DEĞİŞEN EKONOMİK DÖVİZ KURU RİSKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Emre BİLGİÇ

Danışman
Prof. Dr. Ümit GÜMRAH

BOLU 2019

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Emre BİLGİÇ'e ait "Borsa İstanbul Sektör Endekslerinde Zamanla Değişen Ekonomik Döviz Kuru Riski" adlı çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak oy birliğiyle /~~oy çokluğuyla~~ kabul edilmiştir.

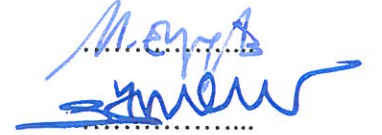
Unvan, Adı, Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı): Prof. Dr. Ümit GÜMRAH



Üye : Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT



Üye : Prof. Dr. Rasim İlker GÖKBULUT



Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı



Doç. Dr. Yaşar AYYILDIZ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ETİK UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum, “Borsa İstanbul Sektör Endekslerinde Zamanla Değişen Ekonomik Döviz Kuru Riski” başlıklı çalışmanın yazılmasında, bilimsel ve etik kurallara uyulduğunu, başvurulan kaynaklardan yapılan alıntılarının bilimsel kurallara uygun olarak metin içinde, dipnotlarda ve kaynaklarda gösterildiğini, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin tamamının ya da bir kısmının bu üniversite ya da başka bir üniversitede bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Emre BİLGİÇ

03.09.2019



ÖN SÖZ

Tezimiz, Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin günlük kapanış verileri ile sektörel bazda oluşturulan endeksler ile Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasından alınan Amerikan Doları nominal günlük kapanış kurları arasındaki ilişkiye ışık tutma amacı ile yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız modeller ve terimlere dair ilk bölümlerde genel açıklamalarda bulunulmuş, kullanılan ana modellerin gelişimi süreçleri temel çerçevede adım adım anlatılmıştır.

Hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişkiye dair tartışmalar uzun zamandan beri süregelmektedir. Bununla ilgili çalışmalar ve sorunun çözümüne ilişkin geliştirilen modeller dinamik bir biçimde geliştirilmiş ve belirli periyodlar ile elde edilen hisse senedi fiyatları ve döviz kuru verileri kullanılarak modellerin ne derece doğru çalıştığına dair araştırmalar sorunun çıkış tarihinden beri yapılmaya devam edilmiştir.

Bizler de tezimiz ile Borsa İstanbul sektörel endekslerinin döviz kuru ile olan dinamik ilişkisine dair yaptığımız çalışma sonucu elde ettiğimiz bulgular neticesinde bahsi geçen soruya mümkün mertebe bir katkı yapma amacı güderek konuya farklı bir bakış açısı ile yaklaştık.

Yoğun iş temposuna rağmen sürdürdüğüm tezimde bana her zaman engin bilgileri ile yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Ümit GÜMRAH'a, sabır ile arkamda olan ve desteklerini asla esirgemeyen aileme ve değerli dostlarıma teşekkürü borç bilirim.

Emre BİLGİÇ

03.09.2019

ÖZET

BORSA İSTANBUL SEKTÖR ENDEKSLERİNDE ZAMANLA DEĞİŞEN EKONOMİK DÖVİZ KURU RİSKİ

Emre BİLGİÇ

Yüksek Lisans Tezi

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ümit GÜMRAH

Eylül 2019, 80 + XV Sayfa

Dünya ekonomisinin globalleşme sürecinde finansal dinamiklere alışılmalı bakış açıları ile yaklaşmanın artık geçerli olmadığı bir gerçektir. Küreselleşme sonucu ülkelerin menkul kıymetler borsalarında işlem gören hisse senetlerinin değerlerini etkileyen faktörlerden birisinin de döviz kuru olduğuna dair yaklaşımlar 1970’li yıllardan itibaren süregelen bir fikirdir. Bu çerçevede yapılan araştırmalar her ne kadar ülkeler bazında değişiklik gösterse de bu etmenin hisse senedi fiyatlarını dünya piyasalarında mikro ya da makro düzeyde etkilediği sonucu günümüz araştırmalarında üzerinde mutabık kalınan bir sonuçtur.

Tezimizin amacı Borsa İstanbul’da işlem gören hisse senetlerinden oluşturulan sektörel endeksler ile Amerikan Doları arasındaki ilişkinin düzeyini ve dinamiklerini belirlemeye yöneliktir.

Tezimizde kullanılan endeks verileri finansal zaman serileri olduğundan dolayı serilerin Genişletilmiş Dickey – Fuller Birim Kök Testi ile durağanlıkları incelenmiş ve endeks serilerinin durağan oldukları tespit edilmiştir. Ardından GARCH – BEKK

modeli ile döviz kurunun zamanla değişen varyansı ve endeksler ile döviz kurunun kovaryans serileri elde edilmiş, elde edilen bileşenler Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinde kullanılarak risk priminin bulunmasında temel faktör olan beta katsayısı incelenmiştir. Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinde dünya pazarının beklenen getirisi yerine Amerikan Doları kabul edilmiş ve 2003 – 2018 yılları arasındaki Amerikan Dolarının günlük nominal kapanış verileri ile Borsa İstanbul’da işlem gören hisse senetlerinden oluşturulan endekslerin günlük kapanış verileri arasındaki modelleme ile endekslerin zamanla değişen döviz kuru beta değerleri elde edilmiştir.

Elde edilen beta sonuçları, döviz kurundaki değişimlere hassasiyeti en yüksek olan sektörün Bankacılık, en düşük olan sektörün ise Gıda olduğu yönündedir. Endeksler bazında beta değerleri incelendiğinde beta ortalamalarının tamamının negatif olduğu sonucu elde edilmiş olup, bu sonuç Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin döviz kurundaki değişimin tersi yönünde fiyatlanma eğilimi gösterdiği bulgusunu vermektedir.

Anahtar kelimeler: Döviz Kuru Riski, Beta Katsayısı, GARCH – BEKK, I - CAPM

ABSTRACT**TIME VARYING ECONOMIC EXCHANGE RATE EXPOSURE AT ISTANBUL
STOCK EXCHANGE SECTOR INDICES****Emre BİLGİÇ****Master of Arts Thesis****Department of Business Administration****Supervisor: Prof. Dr. Ümit GÜMRAH****September 2019, 80 + XV Pages**

It is a fact that an approach to the financial dynamics from a conventional perspective in the globalization process of the World economy is no longer valid. As a result of the globalization, an ongoing idea since 1970s is that one of the factors which affects the value of the stocks traded in the stock markets of the countries is the exchange rate. Even though the researches within this framework vary across countries, it is an agreed result in today's researches that this factor affects stock prices at micro or macro level in the World markets.

The aim of our thesis is to determine the level and dynamics of the relationship between sectoral indices which formed with the stocks traded on Borsa İstanbul and US Dollar.

Since the data of the indices which used in our study were financial time series, the stationarity of the series were tested with Augmented Dickey – Fuller Unit Root Test and were found to be stationary. Next, the variance of the exchange rate which varies over time, the covariance series of the indices and exchange rate were obtained

from the GARCH – BEKK model, then the obtained components were used in International Capital Asset Pricing Model to examine the beta coefficient which is the main factor to determine the risk premium. The US Dollar was accepted instead of the World market expected return in the International Capital Asset Pricing Model and the time varying exchange rate beta values of the indices were obtained by creating a model between the daily nominal closing data of the US Dollar and the daily closing data of the indices formed from the stocks traded on Borsa İstanbul.

The obtained beta results indicate that the Banking is the most sensitive sector to exchange rate changes where the Food is the lowest one. When beta values were analysed on the basis of indices, all average beta values were obtained negative. So this result shows that Borsa İstanbul main and sector indices tend to be priced in the opposite direction of the exchange rate fluctuations.

Key words: Exchange Rate Exposure, Beta Coefficient, GARCH – BEKK, I-CAPM

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	ii
ETİK UYGUNLUK BEYANI.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

I. BÖLÜM

1. DÖVİZ KURU VE HİSSE SENEDİ GETİRİLERİ.....	2
1.1. İşlem Riski.....	3
1.2. Çeviri Riski.....	3
1.3. Ekonomik Risk.....	4
1.3.1. Kısa Dönemli Risk.....	5
1.3.2. Uzun Dönemli Risk.....	5
1.4. Hisse Senetleri.....	5

II. BÖLÜM

2. LİTERATÜR TARAMASI..... 7

III. BÖLÜM

3. VERİ VE METODOLOJİ.....12

3.1. Zaman Serisi Verileri.....	12
3.2. Zaman Serisi Bileşenleri.....	13
3.3. Standart Sapma.....	14
3.4. Varyans.....	16
3.5. Kovaryans.....	17
3.6. Korelasyon.....	18
3.7. Beyaz Gürültü Süreci.....	19
3.8. Rassal Yürüyüş.....	19
3.9. Otokorelasyon.....	20
3.10. Basit Otoresif Model (AR(1)).....	21
3.11. Hareketli Ortalamalar (MA).....	21
3.12. ARCH (Otoresif Koşullu Değişken Varyans) Modeli.....	24
3.12.1 ARCH(1) Modeli.....	30
3.12.2 ARCH(q) Modeli.....	30
3.12.3 ARCH Modelinin Yetersizlikleri.....	30
3.13. GARCH (Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişken Varyans) Modeli.....	31
3.13.1 Çok Değişkenli GARCH Modelleri.....	35
3.13.1.1 CCC – GARCH Modeli (Sabit Koşullu Korelasyonlu Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişken Varyans Modeli).....	36
3.13.1.2 VECH Modeli.....	36

3.13.1.3	BEKK Modeli.....	38
3.14	Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (CAPM).....	42
3.14.1	Tek Endeks Piyasa Modeli.....	42
3.14.2	Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin Varsayımları.....	43
3.14.3	Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin Formülizasyonu.....	44
3.14.4	Beta Katsayısı.....	45
3.14.5	Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (I – CAPM)....	46
3.15	Durağanlık Testleri.....	47
3.16	Yöntem.....	47
3.17	Beta Analiz Sonuçları.....	49
IV.	BÖLÜM	
4.	GARCH – BEKK Bulgularının Değerlendirilmesi	50
V.	BÖLÜM SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	72
	KAYNAKLAR.....	75

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Genişletilmiş Dickey – Fuller Birim Kök Test Sonuçları..... 48

Tablo 4.1: Borsa İstanbul Ana ve Sektör Endekslerinin Beta Değerleri..... 70



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 3.1: Standart Normal Dağılım.....	15
Grafik 3.2: Standard & Poor's 500 Endeks Getirileri.....	29
Grafik 4.1: Bankacılık Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	51
Grafik 4.2: Bilişim Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	52
Grafik 4.3: BIST 100 Endeksinin Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	53
Grafik 4.4: Elektrik Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	54
Grafik 4.5: Gıda Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	55
Grafik 4.6: Hizmetler Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	56
Grafik 4.7: Holding ve Yatırım Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası....	57
Grafik 4.8: İletişim Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	58
Grafik 4.9: Kimya Petrol Plastik Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası... 59	
Grafik 4.10: Metal Ana Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	60
Grafik 4.11: Metal Eşya Makina Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası... 61	
Grafik 4.12: Orman Kağıt Basım Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası... 62	
Grafik 4.13: Sınai Sektörün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	63
Grafik 4.14: Taş Toprak Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	64
Grafik 4.15: Teknoloji Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	65
Grafik 4.16: Tekstil Deri Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	66

Grafik 4.17: Ticaret Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	67
Grafik 4.18: Turizm Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	68
Grafik 4.19: Ulaştırma Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası.....	69



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AR: Basit Otoregresif Model

ARCH: Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli

BEKK – GARCH: Baba – Engle – Kraft – Kroner Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli

CAPM: Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

CCC – GARCH: Sabit Koşullu Korelasyonlu Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli

GARCH: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli

I – CAPM: Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli

MA: Hareketli Ortalamalar

GİRİŞ

Tezimizin temel amacı, hisse senedi fiyatları ve döviz kuru arasındaki ilişki üzerine uzun zamandır süregelen tartışmalar ve bu tartışmalar sonucu konu hakkında yapılan araştırmalar ışığında Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin zamanla değişen döviz kuruna karşı duyarlılıklarını incelemektir.

Standart CAPM modelleri incelenen tüm dönem için beta katsayısını sabit olarak ele almakla beraber beta değerinin zamanla değiştiği bir gerçektir. Hisse senedi değerlemesinde kullanılan temel Pazar modelinden hareketle hisse senetlerinin taşıdığı ekonomik döviz kuru riski CAPM modeline uyarlanmış ve zamanla değişen ilişkiyi görmek için GARCH – BEKK modelinden yararlanılmıştır.

Çalışmamızda hisse senetleri endeksler bazında incelenecek ve döviz kuru olarak Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasından alınan Amerikan doları / Türk Lirası nominal döviz kuru verileri ile Borsa İstanbul'da hesaplanan sektörel endekslerin 2003 yılının başından 2018 yılının sonuna kadar günlük kapanış verileri ele alınacaktır.

Kullanılan veriler birer finansal zaman serisi olduğundan dolayı çalışmamızda zaman serileri, temel finansal, istatistiksel ve ekonometrik kavramlar kısaca ele alınacak olup, Genelleştirilmiş Ototegresif Koşullu Değişken Varyans Modelinin (GARCH) gelişim süreci incelenecek ve çalışmamızda kullandığımız GARCH – BEKK modeli anlatılacaktır. Bunun ardından ise çalışmamızın analiz kısmında kulanacağımız Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (CAPM) anlatılacak, analiz kısmında ise endeksler ile nominal döviz kuru arasındaki zamanla değişen korelasyon ilişkisi incelenerek kovaryans serileri oluşturulacak ve bu kovaryans serileri nominal döviz kurunun zamanla değişen varyansına bölünerek her bir endeksin zamanla değişen döviz kuru beta değerleri elde edilecektir. Elde edilen beta değerleri bizlere sektörel endeksler bazında Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin döviz kurundaki değişime karşı duyarlılıklarını ve bu değişimler sonucundaki değerlendirme eğilimlerini verecektir.

I. BÖLÜM

1. DÖVİZ KURU VE HİSSE SENEDİ GETİRİLERİ

Döviz kuru, bir birim para biriminden satın alabilmek için gerekli olan başka para biriminin miktarı olarak tanımlanmaktadır (Brealey, Myers ve Marcus 2001: 599).

Kur riski temel anlamda zaman içerisinde para birimleri arasındaki dalgalanmayı ifade etmektedir (Ehrhardt ve Brigham 2010: 778). Uluslararası operasyonları olan şirketler iki veya daha fazla para birimi ile ilgilenmek durumunda kalırlar. Döviz kurlarındaki beklenmedik dalgalanmalar firmaların nakit akışlarını ve dolayısıyla firmaların değerlerini değiştirecektir. Döviz kurundaki bu hareketlerin belirsizliği döviz kuru riskine yol açmaktadır (Parrino, Kidwell ve Bates 2012: 673).

Döviz kurundaki dalgalanmalar varlıkların değerlerinde, yabancı para birim değeri kısas alınarak değerlendirme yapıldığında kayıplara yol açabilir. Benzer bir şekilde, yüksek kur oranı olduğu varsayıldığında, yabancı para birimiyle borçlanmış bir firma kendi ülke para birimi yabancı birim karşısında değer kaybettiğinde, şirketin raporlarında açıklanan borçlarda artış gözlenecektir (Vernimmen vd. 2005: 388).

Kur riski, 1970'lerin başında Bretton Woods sisteminin çöküşün ülkelerin para birimlerinin birbirleri arasında dalgalanmaya yol açmasından beri büyük bir artış göstermiştir (Watson ve Head 2010: 383).

Amerika Birleşik Devletlerindeki (ABD) bir yatırımcının elindeki, ödemesi yabancı para cinsinden gerçekleşen bir tahvilin ABD doları cinsinden nakit akışı belirsizdir. Yatırımcı açısından dolar nakit akışı, ödemelerin yapıldığı tarihteki kur oranına bağlıdır. Örnek olarak yatırımcı ödemelerin Japon Yeni cinsinden yapıldığı bir tahvil aldığı anda, ödemenin yapılacağı tarihte Japon Yeni, ABD dolarına göre değer

kaybederse yatırımcının elde edeceği dolar daha az olacaktır, aynı şekilde Japon Yeni ABD Dolarına göre değer kazanırsa yatırımcının Dolar kazancı daha yüksek olacaktır. Oluşan bu risk Kur Riski Olarak tanımlanmaktadır (Fabozzi ve Markowitz 2002: 619).

Kur riski; işlem riski, çeviri riski ve ekonomik risk olmak üzere üçe ayrılabilir. İşlem ve çeviri riskleri sadece denizaşırı girişimlerde bulunan şirketlerde gözlenirken, ekonomik risk faktörü bütün şirketler için geçerlidir (Watson ve Head 2010: 413).

1.1. İşlem Riski

Uluslararası pazarlarda boy gösteren şirketler hammadde, ürün ve hizmetlerin ithalatı ya da ihracatının sonucu olarak ilerleyen dönemlerde yabancı para birimleriyle ödeme yapar ya da kendilerine ödeme yapılır. İşlem riski, ödeme yapılırken ya da ödeme alınırken, şirketin faaliyet gösterdiği ülkenin yerel para birimiyle, yabancı ülke para birimi kur oranlarındaki değişim riskidir (Watson ve Head 2010: 385).

1.2. Çeviri Risk

Konsolide hesaplar oluşturulurken, denizaşırı ortakların finansal durum tablosunda yabancı kur cinsinden belirtilen varlık ve borçlarının değerlerinin yerel parabirimine çevrilmesi gerekmektedir. Yabancı para cinsinden gelir tablosunun da çevrilmesi ve konsolide edilmesi gerekmektedir. Denizaşırı varlıkların, borçların ve karların yerel para birimine çevrilmesi sırasında ana firmanın, kur riskindeki değişimler sonucu kazanç elde etmesi ya da kayıba uğraması olasılığı, çeviri riski olarak tanımlanmıştır (Watson ve Head 2010: 386).

Çeviri riski, muhasebe açığı olarak da adlandırılmaktadır. Muhasebe kayıtlarında yabancı para biriminde görülen varlıklar ve borçların yerel birime çevrilmesi sırasında oluşacak kazanç ya da kayıplar sadece muhasebe kayıtlarında kağıt üzerinde ortaya çıkmakta ve tabloyu dışarıdan inceleyen bir gözlemci açısından değere sahip olmaktadır. Bu durum, kurdaki dalgalanmaların şirketin değerinde gerçekte ortaya çıkaracağı türden bir tehlike teşkil etmemektedir (Buckley 2004: 136).

1.3. Ekonomik Risk

Ekonomik risk, bir şirketin faaliyetleri ile elde edilecek olan gelecekteki işletme nakit akışlarının bugünkü değerine dair risktir. Ayrıca, ana işletmenin ülkesindeki para birimi değerinden belirlenen bugünkü değerın döviz kurundaki değışimlerinden dolayı değışimlerine dair riski de kapsar. Ekonomik risk kavramı en sık olarak bir şirketin yabancı ülkelerdeki faaliyetlerinden ve yabancı para biriminden yapılan satılardan beklenen gelecekteki nakit akışları için (hedge edilmemiş) kullanılır. Bununla beraber, aynı yöntem şirketin yurtiçi operasyonlarında ve bu faaliyetlerin bugünkü değerinin, değışen döviz kurlarıyla gerçekleşen bileşke değışimin derecesinin belirlenmesinde uygulanabilir (Buckley 2004: 141).

Değışken bir sistemde döviz kurlarının volatilitesi, çok uluslu bir şirketin nakit akışlarında belirsizliğin artmasına sebep olmaktadır. Çok uluslu bir şirketin toplam nakit akışları dünyanın birçok yerinden geldiği için birden çok para birimi cinsinden değerlendirilmektedir. Bundan dolayı her döviz kuru değışimi, şirketin konsolide nakit akışlarının dolar karşılığında da dalgalanmaya sebebiyet vermektedir. Bu, döviz kuru riski olarak adlandırılmakta olup küresel şirketler ile tamamen yerel şirketleri birbirlerinden ayıran önemli faktörlerden birisidir (Ehrhardt ve Brigham 2010: 701).

Uluslararası faaliyet gösteren firmalarda, ana firmanın nakit akışları Amerikan doları cinsine çevrilmeli, tahmini nakit akışları da gelecek dönemlere dair öngörülen döviz kur oranlarına çevrilmelidir. Değışik kur varyasyonlarının, nakit dolar akışlarındaki etkilerini tespit etmek için bir analiz yapılmalı, daha sonra bu analiz sonucuna göre kur risk primi sermaye maliyetine eklenmelidir. Kur riskinden korunmak mümkün olsa da, özellikle uzun dönemli projelerde tam anlamıyla bir korunma olasılığı bulunmamaktadır. Eğer hedge uygulanıyorsa, hedging maliyeti projenin işletme nakit akışlarından çıkartılmalıdır (Ehrhardt ve Brigham 2010: 714).

Döviz kuru riski uluslararası şirketler ve oyuncular için, kurların dalgalanması sonucunda ortaya çıkan kaçınılmaz bir risktir. Döviz kuru riskini kendi içerisinde kısa dönemli maruziyet, uzun dönemli maruziyet ve çeviri riski olmak üzere üç farklı kategoride inceleyebiliriz. Çeviri riskine az önce değindiğimiz için sadece kısa ve uzun dönemli maruziyetleri inceleyeceğiz (Ross, Westerfield ve Jaffe 2013: 962,963).

1.3.1. Kısa Dönemli Risk

Döviz kurlarında gerçekleşen günlük dalgalanmalar uluslararası şirketler için kısa dönemli riskler oluşturmaktadır. Uluslararası şirketlerin hemen hemen tamamının yakın gelecekteki bir kur karşılığı üzerine sabitlenmiş alım satım sözleşmeleri bulunmaktadır. Farklı para birimleri devreye girdiğinde ise ekstra işlem riski sözkonusu olmaktadır.

1.3.2. Uzun Dönemli Risk

Ekonomik riske maruziyeti uzun dönemli inceleyecek olursak, bir şirketin yurtdışı operasyonları ekonomik koşullardaki beklenmedik değişiklikler nedeniyle dalgalanmalar gösterebilir.

Örnek olarak yoğun emek isteyen bir montaj tesisini düşük işçi ücreti avantajından faydalanmak için yurtdışında kuran bir şirketi ele alalım. Zaman içerisinde ekonomik koşullarda meydana gelen beklenmedik değişimler, montaj operasyonunun yer aldığı ülkedeki işgücü maliyetlerini, maliyet avantajının yok olduğu hatta negatife indiği bir noktaya getirebilir.

1.4. Hisse Senetleri

Hisse senedi fiyatının ne olduğunu basitçe izah edecek olursak, özkaynakların piyasa değerinin ödenmemiş hisse sayısı ile bölünmesiyle ortaya çıkan pazar değeri olarak tanımlayabiliriz (Brealey, Myers ve Marcus 2001: 116).

Hisse senetleri ekonomik gelişmelerden benzer şekilde etkilendiklerinde, getirileri de birbirleri ile beraber hareket eğilimi gösterirler. Dolayısıyla aynı sektörde yer alan hisse senetleri, diğer sektörler göre daha yüksek korelasyon gösterme eğilimindedir (Berk, DeMarzo ve Harford 2011: 352). Tezimizin analiz kısmında aynı sektörde yer alan hisse senetlerinden oluşturulan endeksleri inceleyeceğiz.

Hisse senedi değerlendirme modelleri firmanın gelecekteki nakit akışları, sermaye maliyeti ve hisse değeri arasındaki ilişkiyi inceler. Hisse senedinin beklenen nakit akışı

ve sermaye maliyeti, senedin piyasa değerini değerlendirmek için kullanılır. Aynı Şekilde Şirketin gelecekteki nakit akışları ve sermaye maliyetini belirlemek için piyasa değeri de kullanılabilir (Berk, DeMarzo ve Harford 2011: 296). Görüldüğü üzere sadece hisse senetlerinin fiyatları ile nakit akışları arasındaki belirgin ilişki ile nakit akışları ile döviz kuru arasındaki ilişki, döviz kuru ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkinin incelenmesine dair fikirleri ortaya çıkartabilmektedir.

Varlık fiyatları tıpkı diğer fiyatlar gibi arz ve talep bileşenleri ile ortaya çıkar. Kısa vadede arz ve talep mevcut menkul kıymetleri ya da yeni finansal enstrümanların alım satımını yapanlardan gelir. Uzun vadede ise menkul kıymetlerin doğal değişim yaşaması kaçınılmaz olacaktır (Sharpe 2007: 11). Değerleme modellerinde incelenen nakit akışları ve bu kalemde firmaların döviz kuruna olan bağlılıkları erişilebilir bir bilgi olduğundan dolayı, döviz kurundaki değişim hisse senetlerine talebi ve dolayısıyla hisse senedinin fiyatını etkileyebilmektedir.

II. BÖLÜM

Tezimizde Şu ana kadar döviz kuru ve döviz kuru riski hakkında genel bilgiler verdik. Tezimizin ikinci bölümünde döviz kuru ve borsa arasındaki ilişki ve uygulayacağımız yöntemle dair bir literatür taraması yapacağız.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ekonomik riskin Şirketlerin hisse senedi fiyatları üzerindeki etkilerine dair yapılan çalışmalarda, özellikle çok uluslu ya da yurtdışı operasyonları bulunan firmaların hisse senedi fiyatlarının döviz kurundan etkilendiğine dair sonuçlara ulaşılmıştır. Adler ve Dumas (1984) çalışmalarında yurtdışı varlıkları, borçları ya da herhangi iŐlemleri bulunmayan Amerika Birleşik Devletleri Şirketlerinin bile kur riskine maruz kaldığını belirtmiştir.

Adler ve Dumas (1984) döviz kuru riski ile maruziyet arasında ayrıma gitmiŐtir. Döviz kuru riskini ileriye yönelik bir tarihte yerli veyahut yabancı para biriminin fiili yurtiçi satınalma gücünün baŐlangıçta beklenen değerden farklı olma olasılığı üzerine istatistiksel nicelikler olarak tanımlamıştır. Maruziyeti ise risk altında olanın ne olduğu olarak farklılaŐtırmıŐtır. Kısacası maruziyetin kur riskinden farkını, Şirketlerin döviz kurundan ne derecede etkilendiği olarak tanımlamıştır.

Solnik (1974) kur riskini ve dünya genelindeki farklı faiz oranlarını dikkate alarak uluslararası sermaye piyasasının bir modelini geliŐtirmiŐtir (I-CAPM). Solnik'e

göre bazı yatırım fonları teoremleri yatırım politikaları için önemli sonuçlar verebilir. Bu teoremlerden en önemlisi yatırımcıların aşağıda belirtilen üç türden portföy seçimi konusunu dikkate almayacağını söylemektedir:

- Pazar Portföyü (kur riskine karşı hedge edilmiş portföy)
- Kur riski boyutunda spekülasyon tahvil portföyü
- Yatırımcıların ülkelerinin risksiz varlıkları

Solnik'e göre yukarıda yer alan portföy türlerinden ilk ikisi yatırımcıların tercihlerinden ya da hangi ülke vatandaşı olduklarından bağımsızdır. Solnik, herhangi bir hisse senedinin kendi ülkesindeki risksiz faiz oranı üzerindeki risk priminin uluslararası sistematik risk ile orantılı olduğunu ileri süren bir risk belirleme ilişkisi türetmiştir. Bu ilişkiye göre aradaki oranın katsayısı, dünya pazarının dünya tahvil faiz oranına göre risk primidir.

Black (1989) yatırımcıların yerel piyasalardaki senetlere ek olarak yabancı hisse senetlerini de portföylerine katarak getirilerini artırabileceklerini ve makul düzeyde kur riskini göze alarak getirilerini artırabileceklerini belirtmiş ve çalışmasında göze alacakları kur riskinin ne düzeyde olması gerektiğini incelemiştir. Global piyasalara erişimde ve bilgi akışında engel bulunmadığını varsayarak, uluslararası piyasalarda kur riskinin optimize etmenin "evrensel hedge" formülasyonu üzerinde çalışmış ve Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelini uluslararası düzeyde inceleyerek I-CAPM yaklaşımına katılmıştır.

Giovannini ve Jorion (1989) çalışmalarında varlık fiyatlandırma modellerinin döviz kuru risk primini ne derece açıkladığı üzerinde yoğunlaşmışlardır. Temmuz 1974 – Aralık 1986 aralığındaki haftalık veriler ile Amerikan Doları, Alman Markı, İngiliz Sterlini ve İsviçre Frangı cinsinden portföy getirilerinin Amerikan Borsasında CAPM modeli ile incelemişler ve öngörülen koşullu varyansların risk priminde gözlemlenen zamanla değişimi açıklayamadığını belirlemişlerdir.

Jorion (1990) Amerikan çokuluslu şirketlerinin döviz kuru riskini incelemiş ve döviz kuru ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkinin çokuluslu şirketler arasında sistematik değişimler gösterdiğini belirlemiştir. Çalışmada elde edilen bulgular hisse

senedi getirileri ile Amerikan Doları arasındaki değişimin, çokuluslu Amerikan şirketlerinin yabancı operasyon işlemlerinin yüzdesi ile pozitif etkileşim içerisinde olduğu yönündedir.

Jorion (1991) Amerikan Borsasındaki döviz kuru riskini iki faktörlü (Pazar portföyü ve döviz kuru – CAPM) ve çok faktörlü arbitraj fiyatlandırma modelleri ile incelemiş ve hisse senedi fiyatları ile Amerikan Doları arasındaki ilişkinin endüstriyel bazda farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Bununla birlikte çalışmasında elde ettiği ampirik sonuçlar kur riskinin borsada fiyatlandırıldığını vermemektedir.

Dumas ve Solnik (1995) hisse senetleri ve yabancı para birimlerinden oluşan bir menkul kıymetler örneklemini üzerinde uluslararası finansal piyasalardaki menkul kıymet getirilerinde döviz kuru riskinin önemli bir bileşen olduğunu ve Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modelinin (I-CAPM) klasik Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modeline (CAPM) göre daha baskın olduğunu belirlemiştir.

Santis ve Gérard (1998) Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modelinin fiyatlandırma sonuçlarını test etmek için Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişken Varyans Modelinin (GARCH) çok değişkenli versiyonunu kullanmışlardır. Çalışmada Almanya, Japonya, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri borsa endeksleri Haziran 1973 – Aralık 1994 tarih aralığı için aylık veriler ile incelenmiştir. Elde edilen bulgular oluşturulacak modelin piyasa ve kur riskini beraber içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bahsi geçen her iki risk kaynağı da fiyatların zaman içerisinde değişmesine izin verildiği durumlarda tespit edilebilmektedir. Çalışma sonucuna göre ABD borsası dışında kur riski taşıyan risk primlerinin çoğu zaman toplam risk priminin önemli bir bölümünü teşkil ettiği elde edilmiştir.

Dominguez ve Tesar (2006) Şili, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Hollanda, Tayland ve Birleşik Krallık'tan oluşan sekiz ülkenin döviz kuru, firma, sektör ve pazar getirilerinden oluşan haftalık data setini CAPM modeli ile 1980 – 1999 zaman aralığında döviz kuru riskinin varlığını gözlemleyebilmek için incelemiştir. Çalışmada elde edilen bulgular yüksek oranda döviz kuru riskinin var olduğunu, ülke düzeyinde kur riskine maruziyetin özellikle bazı firmaların ve bazı sektörlerin karakteristiğinden

kaynaklandığı çıkarımlarına ulaşılmıştır. Çalışma, küçük firmaların döviz kuru riskine maruziyetinin orta ve büyük ölçekli firmalara nazaran daha yüksek olduğunu ve uluslararası operasyonlarda bulunan ya da yabancı iştirakleri bulunan firmaların hisse senedi fiyatlarının kur riskine yüksek oranda maruz kaldığı bulguları elde edilmiştir.

Elhendawy (2017) Mısır'da Ocak 2013 – Haziran 2016 aralığında hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi GARCH (1,1) modeli ile incelemiş ve volatiliteler arasında kayda değer bir ters yönlü ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Chiang, Yang ve Wang (2000) iki değişkenli GARCH modeli ile Asya hisse senedi piyasalarında 1 Ocak 1990 – 10 Şubat 1998 tarih aralığı için günlük data ile Tayvan, Hong Kong, Singapur, Güney Kore, Malezya Filipinler, Endonezya, Tayland, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri için hisse senedi getirileri ve döviz kuru riskini ülkelerin para birimlerinin Amerikan Doları paritesine göre incelemiştir. Çalışmada, hisse senedi getirilerinin ulusal para biriminin değerlendirilmesi ile pozitif korelasyon gösterdiği bulgusu elde edilmiştir. Buradan yapılan yorumlar ulusal para birimindeki değerlendirilmenin ulusal ekonomik gücü gösteren bir sinyal olabileceği ve hisse senedi piyasalarında iyimser ve güven veren bir bakış açısı oluşturacağı yönündedir. Asya ülkelerinin büyük kısmının ekonomisinin ihracata yönelik olmasının, kurdaki değer artışının borsada da değer kazanmaya yol açacağı kanısına ulaşılmıştır.

Anshul ve Biswal (2016) Hindistan'da petrol fiyatı, altın fiyatı, döviz kuru ve hisse senedi piyasası arasındaki dinamik ilişkiyi 2006 – 2015 yılları arası on yıllık veri ile DCC-GARCH modeli uygulayarak incelemiştir. Bombay Borsası (BSE) ile Amerikan Doları (USD) / Hint Rupisi (INR) kuru arasındaki ilişkide BSE Sensex 30 referans piyasa endeksi çalışmada incelenen ilişki olup, ham petrol fiyatlarındaki düşüşün Hindistan Rupisinin değer kaybetmesine neden olduğu, bu değer kaybının ise Sensex 30 referans piyasa endeksinde düşüşe sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fan ve Dong (2017) Çin Şangay Hisse senedi piyasasındaki risk ile döviz kuru riskini GARCH (p,q) modeli kullanarak 2 Ocak 2004 – 30 Kasım 2016 tarih aralığındaki günlük veriler ile incelemişlerdir. Çalışmada elde ettikleri sonuç, döviz kur riskindeki bir birimlik yükselişin hisse senedi getirilerinde 0,43 birimlik düşüşe yol açtığı yönündedir.

Zhao (2010) Çin Yuanı efektif kuru ile Şangay kompozit hisse senedi fiyat endeksi hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi Ocak 1991 – Haziran 2009 arasındaki aylık datalar ile incelemiştir. Çalışma efektif RMB kuru ile hisse senedi fiyatları arasında istikrar gösteren bir uzun vadeli denge ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmış ve MGARCH modeli kullanılarak yayılma etkilerinin kaynağı ve büyüklüğü tanımlanmıştır. Çin hükümetinin uzun vadede piyasa arz ve talebine dayalı bir döviz kuru rejimi uygulamasından dolayı hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasında kayda değer bir doğrusal ilişki tespit edilememiştir. Çalışma, döviz piyasası etkilerinin borsa üzerindeki etkisinin, zamanla değişen ve kalıcı diğer etkilere kıyasla daha düşük olduğunu söylemektedir.

Hassanain (2017) Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinden petrol ihracatçısı Kuveyt ve Suudi Arabistan'da Suudi ve Kuveyt hisse senedi endekleri ile Kuveyt Dinarı ve Suudi Riyalinin Amerikan Doları paritelerindeki reel ve nominal döviz kuru arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Suudi Arabistan için DCC GARCH modeli kullanılmış olup, borsa endeksi ile reel döviz kuru ve petrol fiyatları arasında korelasyon anlamlı değer göstermiştir. Suudi Arabistan'da borsa endeksi ile reel döviz kuru arasında kısa dönemde bir ilişki gözlemlenmemiş olup, uzun dönemli ilişkiyi ölçen hata teri katsayısı -0,139 ve yüzde on seviyesinde anlamlı ölçülmüştür. Bu bulgu uzun dönemde ortalama borsa endeks değerinin çok yüksek olduğu durumlarda yüzde 139'luk bir düzeltme hızıyla ortalama döviz kuruna doğru düştüğünü göstermektedir.

III. BÖLÜM

Tezimizin üçüncü bölümünde, analiz safhasında kullanacağımız metodların temel taşlarını oluşturan finansal, istatistiksel ve ekonometrik kavramlar ele alınarak tezimizde temel analiz yöntemlerine dair fikirler edineceğiz.

3. VERİ VE METODOLOJİ

3.1. Zaman Serisi Verileri

Zaman serisi bir değişkenin farklı zamanlardaki değerlerinde yapılan gözlemlerden oluşan settir. Bu veri setleri günlük (ör. Hisse senedi fiyatları, hava durumu raporları), haftalık (ör. Para arz rakamları), aylık (ör. İşsizlik oranı, tüketici fiyat endeksi), üç aylık (Ör. Gayrisafi yurt içi hasıla), yıllık (ör. Devlet bütçeleri), beş yıllık ve on yıllık olabilir (Gujarati 2004: 25).

Zaman serileri ekonomi çalışmalarında sıklıkla kullanılmakla birlikte, kendilerine has problemler ortaya çıkartırlar. Zaman serileri verilerine dayanan çoğu çalışma, temel zaman serisinin durağan olduğunu varsayar. Basitçe ifade edersek, ortalaması ve varyansı zaman içerisinde sistematik olarak değişmeyen zaman serileri için durağan denilebilir (Gujarati 2004: 26).

Zaman serisi verileri kullanılarak değerlendirilebilecek problemler şu şekilde sıralanabilir (Brooks 2008: 4):

- Bir ülkenin makroekonomik temelleri ile o ülkedeki hisse senedi endeks değerindeki değişim

- Bir şirketin temettü ödemesini açıkladığında hisse senedinin fiyatındaki değişim
- Bir ülkenin dış ticaret açığı artış oranının döviz kuru artışına etkisi

3.2. Zaman Serisi Bileşenleri¹

Zaman serilerinin davranışlarını inceleyen bir standart model oluşturacak olursak, bu model serinin çeşitli bileşenlerini tanımlar. Zaman serilerinin çoğunda geleneksel olarak dört bileşen belirtilir. Bu bileşenler;

1 – Trend Bileşeni (T_t)

2 – Mevsimsel (sezonluk) Bileşen (S_t)

3 – Döngüsel Bileşen (C_t)

4 – Düzensiz Bileşen (I_t)

olarak incelenebilir. Zaman serisini, bütün bu bileşenlerin toplam modeli olarak tanımlayacak olursak:

$$X_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

Bazı durumlarda alternatif olarak zaman serilerini, seriyi oluşturan bileşenlerin çarpımından oluşan bir model olarak da tanımlayabiliriz. Bu model, logaritmik toplam modeli olarak da tanımlanabilir.

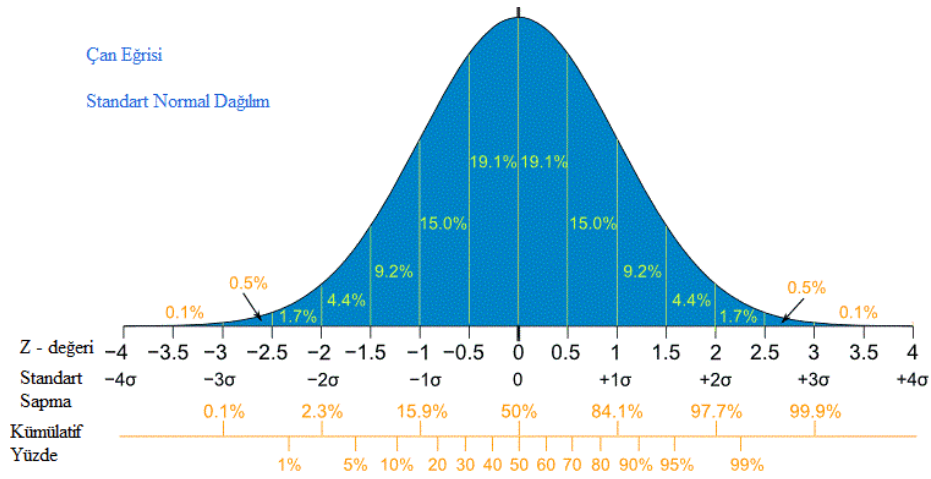
$$X_t = T_t * S_t * C_t * I_t$$

$$\ln (X_t) = \ln (T_t) + \ln (S_t) + \ln (C_t) + \ln (I_t)$$

1 Newbold , Carlson ve Thorne 2013: 685 – 688

3.3. Standart Sapma

Riskin yüksek hassasiyetli ve kullanışlı ölçüm teknikleri, olası olumsuz sonuçları ve bu olumsuz sonuçların büyüklüğünü de bir şekilde göstermelidir. Çok sayıda ve birbirinden farklı olası olumsuz sonucun olasılığını ölçmek yerine, riskin ölçümü, gerçek sonucun beklenen sonuçtan ne derece uzaklaştığını göstermelidir. İşte standart sapmanın da tam olarak yaptığı, gerçek değer beklenen değerden ne derece uzaklaştığını hesaplamaktır. Tek bir risk ölçütünün, olumsuz olasılık durumlarının olsa olsa oldukça basit bir özetini verebileceği düşünülebilir. Fakat, portföyün olasılıklarının değerlendirildiği genel analiz durumlarında, standart sapma, belirsizlik değerinin ölçümünde oldukça tatminkar sonuçlar veren bir ölçüttür. Standart sapmanın en belirgin örneği, bir portföyün olasılık dağılımı, normal dağılım eğrisi ile tahmin edilebilir. Bu yaklaşım, çeşitlendirilmiş portföylerdeki getiriler - portföyün elde bulundurulma süresi göreceli olarak kısa ise (3 aylık bir periyod ya da daha az) – incelenirken kullanılması makul bir yöntem olarak değerlendirilir. Standart sapmanın bir risk ölçüm yöntemi olarak kullanılmasına dair beliren bir soru ise, neden sadece beklenen değer altında gerçekleşen sapmaların değil de, olumlu beklenmedik durumların da (beklenen değer üzerinde gerçekleşen) bir risk ölçütü olarak değerlendirildiğidir. Belirttiğimiz durumu ölçüt olarak kabul eden, oldukça değerli risk belirleme teknikleri de bulunmaktadır. Fakat, olasılık dağılımı normal dağılımda olduğu gibi simetrik olsa, sonuçlar aynı olurdu. Bunun sebebi ise, simetrik dağılımın sol tarafı, sağ tarafın ayna simetrisidir. Eğer getiriler normal dağılım göstermiş ise, ortalamanın alt kısmında görülen sapmalar baz alınarak oluşturulan portföyler ile standart sapma baz alınarak oluşturulan portföyler birbirlerinden farklılık göstermezler (Sharpe, Alexander ve Bailey 1998: 151,152).



Grafik 3.1: Standart normal dağılım (<http://www.mathsisfun.com/data/standard-normal-distribution.html>) 20 Ocak 2019'da erişildi)

Standart sapma, σ sembolü ile gösterilir. Standart sapmanın formülizasyonu ise, varyansın pozitif kareköküdür. Kısaca standart sapma, bir örneklemdeki dağılımların standart istatistiksel ölçümüdür (Buckley 2004: 749).

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}}$$

Grafik 3.1'de gösterilen normal dağılım eğrisini inceleyecek olursak, normal dağılım durumunda bir yatırım aracının getirisinin %68.2 olasılık ile bir standart sapma birimi göstereceği görülüyor. Bu ise şu anlama geliyor: yatırım aracının yıllık getirisi yüzde 68.2 olasılık ile yüzde -7.9 ile yüzde 32.5 arasında gerçekleşecektir. Getirinin yüzde 68.2 olasılık ile yüzde -7.9 ile yüzde 32.5 arasında gerçekleşecektir. Getirinin ortalamadan iki birim uzaklaşması, yani iki birim standart sapma gerçekleşmesi ihtimali ise yüzde 95.4'lük bir olasılığa sahip. Bunun anlamı ise, yatırım aracının yüzde 95.4 olasılık ile, yüzde -28.1 ve yüzde 52.7 arasında getiri sağlaması bekleniyor. Daha geniş bir alanda sapmayı inceleyecek olursak, yatırım aracının getirisinin yüzde 99.8 olasılık ile yüzde -48.3 ile yüzde 73 arasında getiri sağlayacağı belirleniyor.

Getirilerin normal dağılım göstermemesi durumunda bile, standart sapmanın kullanımı, ekstrem derecede yüksek ya da düşük getiri oran olasılıklarının küçük olması şartı ile bir nebze de olsa fayda gösterebilir (Sharpe, Alexander ve Bailey 1998: 169).

Levy ve Markowitz (1979), ortalama – varyans analizinin optimum sonuç verebilmesi için dağılımların sadece normal dağılım göstermesi ya da fayda fonksiyonlarının kuadratik fonksiyon olması gerektiğine dair yaygın kanaatin aksine, logartikmik fayda fonksiyonu gösteren 149 yatırım şirketi portföyü, örnekleme her yıl için eşit olasılık atfedilerek incelenmiş ve en etkin ortalama – varyans portföyünün beklenen faydayı maksimize eden ya da en azından optimum beklenen faydaya yakın değer gösteren portföy olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, sınırlı sayıda olasılık dağılımı için yapılmış olup, her dağılımın yalnızca ortalama ve varyans değerlerinin bilinmesi durumunda beklenen fayda maksimizasyonunun oldukça verimli çalıştığı belirtilmiştir.

Kroll, Levy ve Markowitz (1984) verilen fayda fonksiyonları için optimum portföyün beklenen faydasının, ortalama – varyans etkin sınırından seçilen portföylerin beklenen faydaları ile karşılaştırılması amacı ile, 1979 yılında Levy ve Markowitz'in yaptıkları çalışma baz alınarak, bu sefer olasılık dağılım sayısı için bir sınır belirlenmeden uygulanmıştır. Her iki çalışmadan çıkan sonuca göre, ortalama – varyans sonuçlarının mükemmelliği, dataların normal dağılım göstermesi ile değil, kuadratik yaklaşımın sağlamlığıyla ilgili yorum yapma olanağı sağlamaktadır.

Roll (1988) ise hisse senedi getirilerinin en etkin ölçümüne dair kurulacak modellemenin, hisse senedinin getiri dağılımlarından oluşturulacak (örnek olarak bir dağılım datası sektörel ya da firmaya özgün haberleri açıklandığı bir tarihten, diğeri ise açıklamanın ya da haberlerin olmadığı bir tarihten) bir karışım olduğunu dile getirmiştir.

3.4. Varyans

Varyans, istatistik bilimi açısından yüksek derecede önem teşkil eden bir kavramdır. Finans alanında özellikle Markowitz (1952) ve Tobin (1958)'in yaptığı

çalışmalar (ortalama – varyans kuralı), finansal riskin belirlenmesi açısından ekonomi ve finans alanlarında belirsizliğin bulunduğu durumlarda en çok başvurulan karar verme yöntemidir (Levy ve Levy 2004).

Varyansın formülizasyonu ve değerlendirilmesi:

$$\text{Varyans } (\sigma^2) = \sum_{i=1}^n (P_i)(R_i - E(R_i))^2$$

P_i: Olasılık yüzdesi, R_i: Gözlemlenen getiri, E(R_i): Beklenen getiri

Standart sapma – varyans ilişkisinden de çıkartacağımız üzere, beklenen getiri değerinin varyansının artması, yatırımın beklenen değer dağılımının artması, dolayısıyla belirsizlik yani riskte artışa sebebiyet verir. Risksiz bir varlığın varyansı sıfırdır (Reilly ve Brown 2011: 12,13).

Varyansın hesaplanma sürecinde, formülde de görüldüğü üzere olası getiri ile beklenen getiri arasındaki farkın karesi alınmaktadır. Süreçte hesaplanan sapmalar, getiri dağılımlarının belirtileridir. Fakat, bu dağılımlar bazı dönemlerde pozitif, bazı dönemlerde ise negatif eğilimler göstermektedir. Tek bir hisse senedi dataları incelenirken, bu dağılımların toplamı alındığında, pozitif ve negatif değerlerden dolayı sıfır elde edilme ihtimali, istatistiksel açıdan işe yarar herhangi bir anlam ifade etmeyeceğinden ötürü, sapmaları anlamlandırabilmek için, bütün sapmaları kendileri ile çarpıp, yani karelerini alırız (Ross, Westerfield ve Jaffe 2008: 280).

3.5. Kovaryans

R_i ve R_j olarak tanımlanan rastgele seçilmiş iki değişken için, bu iki değişken arasındaki kovaryans

$$\text{Cov}(R_i, R_j) \text{ ya da } \sigma_{ij} = E[(R_i - E R_i)(R_j - E R_j)]$$

E, expected value yani beklenen değer anlamına gelmektedir.

Belirtilen formülizasyona göre, rastgele iki değişken arasındaki kovaryans, her değişken ile bu değişkenin kendi beklenen değeri arasındaki farkın, yine aynı fark yaklaşımının diğer değişken için belirtilen sonucu ile vektörel çarpımının olasılık ağırlıklı ortalamasıdır (Defusco vd.,2007: 154).

3.6. Korelasyon

Finansal analistler, sıklıkla iki ya da daha fazla finansal değişken arasındaki ilişkiyi inceleme durumunda kalırlar. Örnek olarak, farklı hisse senedi piyasaları indekslerinin birbirleri ile ilişkili olup olmadığı, eğer aralarında bir ilişki var ise, bu ilişkinin izahına dair çıkarımlara ihtiyaç duyabilirler. Ya da, bir şirketin yatırılan sermayesinin getirisi ile sermaye maliyeti arasındaki dağılımın, şirketin piyasadaki değerini nasıl etkilediğine dair hipotez kurmak isteyebilirler.Korelasyon analizi, bu konuları incelemeye yarayan bir araçtır.Korelasyon analizi, iki değişkeın birbirleri ile nasıl bir ilişki içerisinde olduklarını ölçmeye yarar (Defusco vd., 2007: 281).

Korelasyon katsayısı, iki data serisinin birbirleri ile olan bağlantısını gösteren bir ölçüdür. Bu katsayı, özellikle iki değişken arasındaki lineer ilişkinin yönünü ve derecesini ölçer.Korelasyon katsayısının maksimum değeri 1, minimum değeri ise – 1'dir.Sıfırdan büyük değere sahip bir korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki pozitif lineer bir ilişkiyi gösterir. Bu pozitif lineer ilişkinin anlamı şudur: değişkenlerden biri yukarı yönlü hareket gösterdiği zaman (ya da aşağı yönlü), diğer değişken de aynı yönde hareket eğilimindedir. Sıfırdan küçük değerli korelasyon katsayısı ise, iki değişken arasındaki negatif lineer ilişki anlamına gelmektedir: değişkenlerden birisinin yukarı yönlü hareketi (ya da aşağı yönlü hareketi) durumunda, diğer değişken aşağı yönlü (ya da yukarı yönlü) hareket eğilimi gösterir (Defusco vd., 2007: 282,283).

Korelasyonun formülizasyonu şu şekildedir (Berk, DeMarzo ve Harford 2011: 352):

$$\text{Corr}(R_i, R_j) = \sigma_{ij} / \sigma(R_i)\sigma(R_j)$$

3.7. Beyaz Gürültü Süreci

Hata terimlerinin korelizasyon göstermediği, sıfır ortalamaya sahip olduğu ve aynı normal dağılımı gösterdiği parametrelerdir.

Beyaz gürültü süreci, sabit ortalamalı, sabit varyanslı ve belirgin bir yapısı olmayan, sıfır gecikme haricinde (gözlem anı haricinde) otokovaryansı olmayan rassal değişkenlerin rassal bir süreci olarak açıklanabilir. Eğer ortalama sıfır ise süreç “sıfır ortalamalı beyaz gürültü süreci” olarak tanımlanır (Porras 2017: 42,43).

$E[\varepsilon_t] = 0$; $E[\varepsilon_t^2] = \sigma_\varepsilon^2$; $E[\varepsilon_t \varepsilon_{t+\tau}] = 0$ t ve $\tau \neq 0$ için ε_t beyaz gürültü süreci olarak tanımlanır.

3.8. Rassal Yürüyüş

Rassal Yürüyüş terimini sarhoş bir adamın yürüyüşü olarak düşünebiliriz, bir sonraki adımı x-y düzleminde nereye atacağı öngörülemez.

Bu kavramı finansal açıdan inceleyecek olursak, finansal bir varlığın fiyat değişimleri rassal ve öngörülemezdir (Bodie, Kane ve Marcus 2007: 232).

İstatistiksel araştırmalar yatırımcılar açısından hisse senedi fiyatlarına dair yararlı bir öngörü modeli bulunmadığı ve hisse senedi fiyatlarının rassal yürüyüş davranışı sergilediği yönündedir. Bu bulgular etkin piyasa hipotezini doğrulamakta ve piyasa fiyatlarının mevcut bilgileri yansıttığını doğrulamaktadır. Hisse senedi fiyat değişimlerini sadece olumlu ya da olumsuz yeni haberlerin değiştirdiği sonucunu çıkartabiliriz (Bodie, Kane ve Marcus 2007: 256).

Rassal yürüyüş, günden güne hisse senedi fiyat değişimlerinin rassal fakat değişimlerin birbirlerinden bağımsız ve aynı olasılık dağılımına sahip olduğu bir istatistiksel modeldir (Ross, Westerfield ve Jaffe 2013: 1001).

Rassal yürüyüş hipotezi, hisse senedi fiyatlarında ardışık dönemlerdeki hareketler arasında bir bağ olmadığını öne sürmektedir (Watson ve Head 2010: 61).

Rassal yürüyüş, finansal veri analizinde en çok kullanılan zaman serisi modellerinden birisidir. Rassal yürüyüş serisini şu şekilde formüle edebiliriz (DeFusco vd., 2007: 400):

$$x_t = x_{t-1} + \epsilon_t$$

$$E(\epsilon_t) = 0, E(\epsilon_t^2) = \sigma^2, E(\epsilon_t, \epsilon_s) = 0 \text{ eğer } t \neq s$$

Zaman serileri açısından ele aldığımızda rassal yürüyüş, serinin bir dönemindeki değerinin önceki dönemdeki verinin tahmin edilemez bir rassal hata ile toplamına eşittir.

x_t = zaman serisi

ϵ_t = sabit varyanslı ve önceki dönemlerdeki hata terimleri ile korelasyonu olmayan hata terimi

Burada dikkate alınması gereken iki temel husus vardır. Birincisi bu zaman serisi AR(1) modelinin $b_0 = 0$ ve $b_1 = 1$.²⁵ formatındaki halidir. İkincisi de ϵ_t 'nin beklenen değeri sıfıra eşittir. Sonuç olarak x_t 'nin t-1'de yapılabilecek en doğru öngörüsü x_{t-1} 'dir.

3.9. Otokorelasyon

Otokorelasyon, bir zaman serisi modelinde farklı zaman periyodlarındaki hata terimleri arasındaki korelasyona verilen addır. Pozitif seri korelasyon gösteren bir seride, bir periyoddaki pozitif hata bir sonraki periyodda pozitif hata elde edilme olasılığını yükseltir, bu durum negatif korelasyon için de geçerlidir. Otokorelasyonun varlığı, bir seriye yapılan etkilerin kalıcı olduğunu gösterir (Dorsey 2007: 351).

3.10. Basit Otoregresif Model (AR(1))

Bir hisse senedinin aylık getirisinin istatistiksel olarak anlamlı bir gecikme-1 otokorelasyonunun olması, gecikmeli değerdeki getirinin anlık getirinin doğru öngörüsünde işe yarar veriler sağlayabileceğinin göstergesidir. Bu modeli basitçe ele alacak olursak;

$$r_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 r_{t-1} + a_t$$

r_t = aylık getiri

r_{t-1} = gecikmeli değerdeki getiri

a_t ' nin beyaz gürültülü ve sıfır ortalamalı olduğu ve varyansının σ_a^2 olduğu kabul ediliyor. Bu model, r_t 'nin bağımsız değişken olduğu, r_{t-1} 'in ise açıklayıcı değişken olduğu bir basit lineer regresyon modeli olarak bilinmektedir. Zaman serileri denklemlerinde bu model basit otoregresif model ya da AR(1) modeli olarak tanımlanmaktadır (Tsay 2002: 28,29).

$$E(r_t | r_{t-1}) = \emptyset_0 + \emptyset_1 r_{t-1}$$

$$\text{Var}(r_t | r_{t-1}) = \text{Var}(a_t) = \sigma_a^2$$

3.11. Hareketli Ortalamalar (MA)

Bazı zaman serilerindeki diğer bileşenler, düzensiz bileşenin büyüklüğü karşısında olumsuz etkilenebilirler. Bu şartlar altında çizilen grafik istenilen veriyi görsel anlamda sağlayamayabilir. Daha etkili bir zaman serisi için hareketli ortalamalar kullanılmalıdır. Hareketli ortalamalar yöntemi, seride herhangi bir noktadaki herhangi büyük bir düzensiz bileşenin, yan komşu bileşenleri ile ortaladığı takdirde daha küçük etki göstereceği yönündedir. Kullanılabilecek en basit model (2m+1) hareketli ortalamadır. Bu yöntemde her gözlem değerini (x_t) kendisinin ve komşu değerlerin ortalamaları ile hesaplırsak (Newbold, Carlson ve Thorne 2013: 689);

$$x_t = \frac{1}{2m+1} \sum_{j=-m}^m x_{t+j}$$

$$= \frac{x_{t-m} + x_{t-m+1} + \dots + x_t + \dots + x_{t+m-1} + x_{t+m}}{2m+1}$$

m değerini 2'den alır ve 5 noktalı hareketli ortalama uygularsak

$$x_t = \frac{x_{t-2} + x_{t-1} + x_t + x_{t+1} + x_{t+2}}{5}$$

ve ilk gözlem değeri x_1 olduğu için ilk hareketli ortalama değeri

$$x_3 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$

Hareketli ortalamalar modelinin bir yaklaşımı, modeli uzatılmış bir beyaz gürültü serisi olarak ele almaktır. Diğer bir yaklaşım ise modeli bazı parametreleri kısıtlanmış olan sonsuz sıralı bir otoregresif model olarak ele almaktır. Biz çalışmamızda, sonsuz sıralanmış otoregresif model üzerinden ele alacağız (Tsay 2002: 42,43).

Sonsuz bir otoregresif modeli şu şekilde gösterebiliriz:

$$r_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 r_{t-1} + \emptyset_2 r_{t-2} + \dots + a_t$$

Eşitlikte gösterilen otoregresif model sonsuz parametreler içerdiği için kullanışlı olarak değerlendirilemez. Peki modeli nasıl daha kullanışlı hale getirebiliriz? Bu sorunun cevabı ise \emptyset_i katsayılarının bazı kısıtlamaları sağladığını kabul ederek sınırlı sayıda parametre ile belirlemektir

$$r_t = \emptyset_0 - \theta_1 r_{t-1} - \theta_1^2 r_{t-2} - \theta_1^3 r_{t-3} - \dots + a_t$$

bu gösterimde katsayılar sadece θ_1 parametresine bağlı olup, $i \geq 1$ için $\emptyset_i = -\theta_1^i$. bu gösterimde ele alınan modelin durağan olması için θ_1 ' in mutlak değerinin birden küçük

olması gerekmektedir, aksi takdirde seride patlama meydana gelir. i sonsuza gittikçe ve θ_1 'in mutlak değeri birden küçük olduğu için θ_1^i sifira yakınsar. Bu durumda r_{t-i} 'nin r_t 'ye etkisi i büyüdükçe üssel olarak azalır.

Modeli daha farklı bir gösterim ile sunacak olursak,

$$\emptyset_0 + a_t = r_t + \theta_1 r_{t-1} + \theta_1^2 r_{t-2} + \dots$$

ve gösterimi r_{t-1} için düzenleyecek olursak;

$$r_{t-1} + \theta_1 r_{t-2} + \theta_1^2 r_{t-3} + \dots = \emptyset_0 + a_{t-1}$$

bu gösterimi θ_1 ile çarpıp sonucu bir önceki gösterimden çıkartacak olursak ;

$$r_t = \emptyset_0 (1 - \theta_1) + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

bu eşitlik bize sabit terimi haricinde r_t 'nin a_t ve a_{t-1} 'in ağırlıklandırılmış ortalamaları olduğunu gösterir. Bu eşitlik birinci dereceden MA modelini (MA(1)) verir.

Modeli genelleyecek olursak;

$$r_t = c_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

bu gösterimde c_0 sabit ve a_t beyaz gürültü serisidir. MA(2) modeli,

$$r_t = c_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

MA(q) modeli ise şu şekilde gösterilebilir;

$$q > 0 \text{ için } r_t = c_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Birinci dereceden hareketli ortalamalar modeli (MA(1)) özet olarak aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir (Kirchgässner ve Wolters 2007: 58):

$$x_t = \mu + u_t - \beta u_{t-1}$$

ya da

$$x_t - \mu = (1 - \beta L) u_t$$

3.12. ARCH (Oto regresif Koşullu Değişken Varyans) Modeli

Modelde önce heteroskedastisite kavramının ne anlama geldiğini bilmemiz gerekmektedir. Heteroskedastisite hata terimi varyansının bağımsız değişken üzerindeki bağımlılığı anlamına gelmektedir. Homoskedastisite ise hata terimi varyansının bağımsız değişkenden bağımsızlığını belirtmektedir (DeFusco vd., 2007: 417).

ARCH Modeli zaman serileri ile ampirik bulguların birleştiği bir teoridir. Engle (1982) oto regresif koşullu heteroskedastisite – oto regresif koşullu değişken varyans modelini tanımlamıştır. Engle kurduğu bu modelde, bir zaman serisi modelinde yer alan hatanın varyansının tek bir periyotta yer alıp almadığını test etmenin, seride önceki periyodların hata varyansına bağlı olduğunu ileri sürmüş olup, hata verilerinin varyansının değişken olduğunu ve bu kapsamda bir model geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Modeli en basit hali ile özetleyecek olursak koşullu değişken varyans, geçmiş hata terimlerinin karelerinin fonksiyonu olarak kabul edilebilir. Engle çalışmasında tanımladığı modeli Birleşik Krallık'taki maaş fiyat denklemindeki koşullu heteroskedastisite incelemesinde kullanmıştır.

y_t rassal değişkeni $f(y_t | y_{t-1})$ koşullu yoğunluk fonksiyonundan türetilecek olursa, bugünkü değer in geçmiş bilgilere dayanılarak standart varsayımlara göre tahmini basitçe $E(y_t | y_{t-1})$ olarak belirtilmektedir. Bu öngörü koşulları değişken olan y_{t-1} 'e bağlıdır. Bu bir dönemlik tahminin varyansı ise $V(y_t | y_{t-1})$ olarak belirtilir.

Koşullu tahminin varyansının geçmiş dönem verilerine dolayısıyla bir rassal değişkene bağlı olduğu görülmektedir. Geleneksel ekonomik modellerde rassal değişken y_{t-1} 'e bağlı değildir.

Bu bağlamda Engle çalışmasında varyansın geçmiş dönem verilerine bağlı olduğu modeller üzerinde durmuş ve bu modellerin doğruluğunu incelemiştir.

Engle çalışmasında ilk olarak birinci derece otoregresif model kurmuştur:

$$y_t = \gamma y_{t-1} + \epsilon_t$$

Bu modelde yer alan y_t gözlemlenebilir rassal değişken olup, ϵ_t hata terimini ifade etmektedir. Hata terimi ϵ_t bu modelde sabit varyanslı olarak gösterilmiştir.

$$V(\epsilon) = \sigma^2$$

Belirttiğimiz üzere Engle modelinde koşullu değişken varyansın geçmiş hata terimlerinin karelerinin fonksiyonu olarak kabul edilebileceğini incelemiş olup, rassal değişken y_t 'nin koşullu yoğunluk fonksiyonu $f(y_t | y_{t-1})$ olarak tanımlanırsa, koşullu değişken y_{t-1} 'in değeri, bugünkü değer geçmişi veriler ışığında öngörülmesi için gerekli veriyi sağlamaktadır.

Bugünkü değer basitçe $E(y_t | y_{t-1})$ olarak tanımlanmakta olup, bir dönemlik öngörünün koşullu varyansı $V(y_t | y_{t-1})$ olarak gösterilir.

Rassal değişkenin koşullu ortalaması γy_{t-1} , koşulsuz ortalaması ise sıfıra eşittir.

Engle çalışmasında, zaman serileri modelleri kullanılarak yapılan öngörülerdeki doğru tahmin oranının koşullu ortalama kullanımından kaynaklandığını belirtmiştir.

Rassal değişkenin (y_t) koşullu varyansı σ^2 iken koşullu olmayan varyansı ise $\sigma^2 / (1 - \gamma^2)$ olarak tanımlanmıştır.

ARCH modelinin finansal getiriler üzerinde uygulanmasına dair model gelişiminin incelenmesi gerekmektedir. Model analizinin giriş kısmında belirttiğimiz üzere Engle çalışmasında zaman serilerindeki değişken varyansı incelemek için modeller üzerinde çalışmıştır. Finansal bir varlığın getirisi (r_t) bir volatilité

kümelenmesi gösterse bile sıfır ortalama ile seri olarak korelasyon göstermeyen bir dizidir. Buradan çıkan sonuç ise r_t 'nin geçmiş dönem getirilerinin koşullu varyansının sabit olmadığıdır. r_t 'nin koşullu volatilité olarak da bilinen koşullu varyansı $\sigma^2_{t|t-1}$ olarak gösterilir. $t-1$ alt indisi koşullandırmanın $t-1$ zamanındaki getiriler üzerine olduğunu ifade etmektedir. r_t değeri elde edildiğinde getirinin karesi r_t^2 etkili bir tahmin değeri sunar ($\sigma^2_{t|t-1}$). Getiri kareleri büyük değerler olan seriler görece olarak değişken bir periyodu öngörebilir. Bunun tam tersi olarak getiri kareleri küçük değerler olan seriler ise görece olarak daha durağan periyodları öngörebilir. ARCH modeli, koşullu volatilitéye sahip bir varyans modelidir (Cryer ve Chan 2008: 285,286,287).

ARCH modeli r_t getiri serilerini aşağıdaki şekilde incelemektedir:

$$r_t = \sigma_{t|t-1} \varepsilon_t$$

$$\sigma^2_{t|t-1} = \omega + \alpha r_{t-1}^2$$

Bu denklemlerde yer alan α ve ω bilinmeyen parametreler, ε_t ise r_{t-j} ($j=1,2,\dots$)'den bağımsız, sıfır ortalama ve birim varyanslı bağımsız ve eş dağılımlı değişken dizisidir. ε_t 'nin birim varyansı olduğu varsayılarak r_t 'nin koşullu varyansı $\sigma^2_{t|t-1}$ olarak bulunmuştur.

$\sigma_{t|t-1}$ 'ningeçmiş getirilerden bulunduğu ve ε_t 'ningeçmiş getirilerden bağımsız olduğu verilerinden yola çıkılarak, ε_t 'nin varyansının bir olduğu varsayıldığında;

$$\begin{aligned} E(r_t^2 | r_{t-j}, j = 1, 2, \dots) &= E(\sigma^2_{t|t-1} \varepsilon_t^2 | r_{t-j}, j = 1, 2, \dots) \\ &= \sigma^2_{t|t-1} E(\varepsilon_t^2 | r_{t-j}, j = 1, 2, \dots) \\ &= \sigma^2_{t|t-1} E(\varepsilon_t^2) \\ &= \sigma^2_{t|t-1} \text{sonucuna ulaşılır.} \end{aligned}$$

Her ne kadar ARCH modeli bir regresyon modeline benzese de koşullu varyans doğrudan gözlemlenemediği için veri analizinde ARCH modelinin bazı özel yaklaşımları bulunmaktadır. Örnek olarak regresyon ilişkisinin grafiksel gösterimden

nasıl çıkartılabileceği belli değildir. Bu ilişkiye ulaşabilmek için koşullu varyansın $\sigma^2_{t|t-1} = \omega + \alpha r_{t-1}^2$ eşitliğinde bazı bulgularla değiştirilmesini inceleyecek olursak;

$$\eta_t = r_t^2 - \sigma^2_{t|t-1}$$

η_t bu eşitlikte geçmiş getirilerden bağımsız olarak ele alınmaktadır.

$\sigma^2_{t|t-1} = r_t^2 - \eta_t$ eşitliğini, $\sigma^2_{t|t-1} = \omega + \alpha r_{t-1}^2$ eşitliğine yerleştirecek olursak,

$$r_t^2 = \omega + \alpha r_{t-1}^2 + \eta_t$$

sonucunu elde ederiz. Buradan yapacağımız çıkarım ise getirilerinin kareleri alınmış seriler bir otoregresif modeli karşılamaktadır. Getirilerin kareleri pozitif olacağı için ω ve α parametrelerinin her zaman pozitif olacağı kabul edilirse ve getiri serileri sabit varyanslı ise (σ^2) eşitliği aşağıdaki şekilde yeniden düzenleyebiliriz:

$$\sigma^2 = \omega + \alpha \sigma^2$$

$$\sigma^2 = \omega / (1 - \alpha) \text{ ve } 0 \leq \alpha < 1$$

ARCH modeli için bir başka manada volatilitenin stokastik incelenmesi olarak bir tanımda bulunabiliriz. Finansal örneklemede r_t ($t = 1, \dots, T$) bir getiri serisi olarak kabul edilir ve I_t ise güncel ve geçmiş verilerden oluşan elde edilebilir bilgi olarak tanımlanır, model değişken varyansın geçmiş dönemlerdeki tahmin hatalarının karelerinin bir fonksiyonu olarak formülize edilir (Amenc ve Le Sourd 2003: 135,136):

$$r_t = \varepsilon_t$$

$E(I_t | I_{t-1})$ bugünkü değişken beklenen olarak kabul edilirse,

$$E(r_t | I_{t-1}) = E(\varepsilon_t | I_{t-1}) = 0$$

Bugünkü değişken beklenen değer, $t - 1$ dönemindeki veriler ışığında (I_{t-1}) r_t serisinin en iyi öngörüsü olarak tanımlanabilir. Öngörülen hataların değişken varyansı ise,

$$V(r_t | I_{t-1}) = h_t = c + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Modeli logaritmik formda r_t getiri serisine ekleyecek olursak,

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

bu gösterimde P_t getirisi incelenen P varlığının t zamanındaki fiyatını göstermekte ve bize

$$E(r_t | I_{t-1}) = E(\ln(P_t / P_{t-1}) / I_{t-1})$$

$$E(r_t | I_{t-1}) = E(\ln(P_t) / I_{t-1}) - E(\ln(P_{t-1}) / I_{t-1})$$

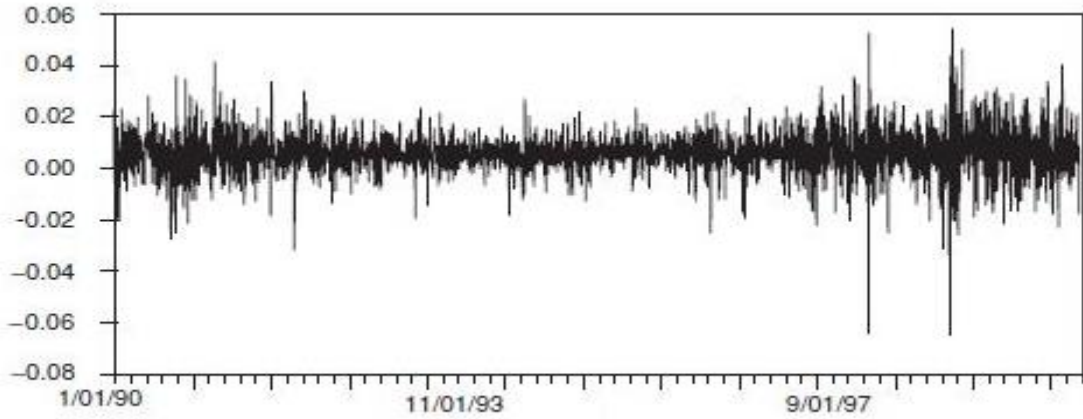
ve sonuç olarak $E(\ln(P_{t-1}) / I_{t-1}) = \ln(P_{t-1})$ elde edilir.

$E(r_t | I_{t-1}) = 0$ olduğuna göre beklenen değer logaritması, geçmişteki değerlerin logaritmasından tahmin edilir.

$$E(\ln(P_t) / I_{t-1}) = \ln(P_{t-1})$$

Bu da riskin geçmişteki değişimlere bağlı olduğunu göstermektedir.

ARCH Modelinin finansal serilerde incelenmesine dair yapılan araştırmalar, volatilitenin kümelenmesi ya da volatilitenin havuzu olarak bilinmektedir. Volatilitenin kümelenmesi, varlık fiyatlarındaki pozitif ya da negatif anlamdaki eğilimlerin, büyük değişimleri büyük değişimlerin, küçük değişimleri ise küçük değişimlerin takip ettiği üzerinedir. Aslına bakılırsa volatilitenin kümelenmesi, volatilitenin şuanki seviyesinin, hemen önceki dönemlerdeki seviyesi ile pozitif korelasyon gösterdiği anlamına gelmektedir (Brooks 2008: 386,387,388).



Grafik 3.2 Standard & Poor's 500 endeks getirileri. Yatay eksen tarihi, dikey eksen getirileri göstermektedir.

Grafik 3.2, Standard & Poor's 500 endeksinin Ocak 1990 – Aralık 1999 tarih aralığındaki günlük getirilerini göstermektedir. Grafikten de görüldüğü üzere 1990'lı yılların ortalarında görece küçük pozitif ve negatif getiriler ile beraber sakin bir piyasa izlenimi çıkıyor. 1997 yılının ortalarından 1998 yılının sonlarına doğru ise çok kısa zaman dilimlerinde gerçekleşen oldukça büyük pozitif ve negatif getiriler ve dolayısıyla yüksek volatilité gözlemlenmiştir. Buradan, volatilitenin otokorelasyonlu olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Finansal varlıkların birçoğu için geçerli olan bu otokorelasyonun modellenmesi için ARCH modelini inceleyebiliriz.

ARCH modelinin finansal serilerin getirileri için incelenmesinde u_t rassal değişkeninin koşullu varyansının tanımının yapılması ilk adımdır. Rassal bir değişkenin koşullu ve koşulsuz varyansları arasındaki fark ile koşullu ve koşulsuz ortalamaları arasındaki fark aynıdır.

u_t rassal değişkeninin koşullu varyansı σ_t^2 şu şekilde formüllendirilebilir:

$$\sigma_t^2 = V(u_t | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) = E[(u_t - E(u_t))^2 | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots]$$

ve $E(u_t) = 0$ olarak kabul edildiğinde,

$$\sigma_t^2 = V(u_t | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) = E[u_t^2 | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots]$$

Bu denklem, normal dağılım gösteren sıfır ortalamalı u_t rassal değişkeninin koşullu varyansının u_t rassal değişkeninin karesinin koşullu beklenen değerine eşit olduğunu göstermektedir. Volatilitedeki otokorelasyon, hata teriminin koşullu varyansının, hatanın karesinin bir önceki değerine bağlı kalınarak modellenmiştir.

3.12.1. ARCH(1) Modeli

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2$$

Bu modelde, koşullu varyans sadece bir gecikmeli hata karesine bağlıdır. Bu modelde koşullu ortalama hakkında henüz bir açıklama yapılmadığı için kısmi bir model olduğunu söyleyebiliriz. Bağımsız değişken y_t 'nin zamanla değişimini inceleyen koşullu ortalama denklemi ise incelemeyi yapan kişinin isteği üzerine şekillenebilir. Çalışmamızda şu ana kadar farklı ARCH denklemleri görmemizin temel sebebi budur. ARCH eşitliğine dair tamamlanmış modeli şu şekilde yazabiliriz:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \beta_4 x_{4t} + u_t \quad u_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2$$

3.12.2. ARCH(q) Modeli

ARCH(1) modeli, hata varyansının hata karelerinin q gecikmelerine bağlı olduğu bir modele evrilebilir. Bu genişletilmiş model aşağıda gösterilmiştir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \alpha_3 u_{t-3}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2$$

3.12.3. ARCH Modelinin Yetersizlikleri

ARCH modelleri son zamanlarda bazı yetersizliklerinden dolayı tek başına kullanılmamaktadır. Bu yetersizlikleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Modelde q değerine yani gecikme sayısına nasıl karar verilecek? Olabilirlik oranı testi bunun için bir yöntem olsa da kesin sonucu vermemektedir.

- Koşullu varyans içerisinde bütünlüğü oluşturup bağlılığı tamamen yansıtacak olan q değeri çok yüksek olabilir. Bu sorun Engle (1982) tarafından ARCH(4) modeli ile doğrusal olarak azalan bir gecikme uzunluğu belirlenerek çözülmektedir.

$$\sigma_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 (0.4 \hat{u}_{t-1}^2 + 0.3 \hat{u}_{t-2}^2 + 0.2 \hat{u}_{t-3}^2 + 0.1 \hat{u}_{t-4}^2)$$

sınırsız bir ARCH(4) için beş yerine sadece iki değişkene ihtiyaç duyulmaktadır (γ_0 ve γ_1).

- Koşullu varyans denklemindeki parametre sayısı arttıkça, bunlardan bir veya daha fazlasının negatif beklenen değere sahip olma olasılığı artmaktadır.

3.13. GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans) Modeli

ARCH modeli, koşulsuz varyansı sabit tutarak ve geçmiş hataların bir fonksiyonu halinde koşullu varyansın zamanla değişimini sağlayan yenilikçi ve sabit varyansı öngören geleneksel zaman serisi yaklaşımlarına kıyasla daha doğru sonuçlar veren bir model olmakla beraber, modelin sonunda bahsettiğimiz zayıflıklarından, özellikle de gecikme sayısına nasıl karar verileceğine dair sağlıklı tahminler yapılamamasından dolayı, Bollerslev (1986) tarafından Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans Modeli üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bollerslev'in çalışmasında öne sürdüğü model hata varyansının geçmiş birkaç dönemdeki hata terimlerinin kareleri ile ilişkili olduğu yönündedir. Bollerslev kurduğu modelle oldukça esnek gecikme yapılarına olana sağlamıştır.

GARCH(1,1) Modeli, en temel GARCH modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu model;

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$$

olarak formülize edilebilir. GARCH(1,1) modelinin ARCH(1) modelinden temel farkı ise görüldüğü üzere u 'nun t zamanındaki koşullu varyansı sadece bir önceki zaman

periyodundaki hata teriminin karesine değil, aynı zamanda bir önceki zaman periyodundaki koşullu varyansına da bağlı olmasıdır (Gujarati 2004: 861,862).

GARCH(1,1) modelinin daha genel bir model olarak sunulmuş hali GARCH(p,q) modeli olarak bilinmektedir. Bu modelde hata teriminin karesinin p gecikmeli terimleri ve gecikmeli koşullu varyansların q terimleri mevcuttur.

GARCH modelinin ARCH modelinden ayrılan temel noktası yeni modelin koşullu varyansının önceki dönemlerdeki kendi gecikme değerlerine bağlı olmasıdır. Şu ana kadar gösterdiğimiz formülasyonlara benzer olarak

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

şeklinde GARCH(1,1) modelini tekrar basitçe gösterebiliriz. Bu modelde;

σ_t^2 : İlgili herhangi bir geçmiş dönem verisi ışığında bir ileri dönem için öngörülen koşullu varyansı göstermektedir (Brooks 2008: 392,393).

ARCH modeline kıyasen GARCH modeli koşullu varyansın önceki gecikmelerine bağlı olmasına izin verdiği için dolayı GARCH(1,1) olarak tanımlanan koşullu varyans denklemi, ARCH denklemine

$$y_t - y_{t-1} = \mu + \varepsilon_t$$

son terim eklenerek basitçe

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

şeklinde tanımlanabilir. Bu denklemde yer alan σ_t^2 bir dönem ilerideki öngörülen koşullu varyanstır. Bu gösterimde varyans, uzun dönemdeki bir ortalama değer (α_0 'a bağlı), önceki dönem volatilitésinin ($\alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$) ve modelden elde edilen ($\beta_1 \sigma_{t-1}^2$) varyansın ağırlıklı bir fonksiyonu olarak açıklanabilir. Aslına bakılırsa GARCH modeli koşullu varyans için bir ARMA modelidir (Porrás 2017: 51).

GARCH(p,q) Modeli (Brooks 2008: 392,393,394)

Getiri karesinin t anında koşullu varyansa göre gösteriminin $\varepsilon_t = u_t^2 - \sigma_t^2$ öngörülen koşullu varyansı formülasyonun diğer tarafına alıp t anındaki getiri karesini diğer tarafa atarsak

$$\sigma_t^2 = u_t^2 - \varepsilon_t$$

ve elde ettiğimiz gösterimi GARCH(1,1) gösterimine adapte edersek

$$\text{GARCH (1,1)} \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

$$u_t^2 - \varepsilon_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta (u_{t-1}^2 - \varepsilon_{t-1})$$

ve ε_t 'yi formülasyonda diğer tarafa pozitif olarak yerleştirirsek

$$u_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta u_{t-1}^2 - \beta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

yeni gösterimi ortak çarpan parantezine aldığımız zaman hata karelerinin ARMA(1,1) gösterimini elde etmiş oluruz

$$u_t^2 = \alpha_0 + u_{t-1}^2 (\alpha_1 + \beta) - \beta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

GARCH modelinin ARCH modeline kıyasen daha doğru ve daha yaygın kullanılan model olmasının sebebini şu şekilde açıklayabiliriz.

$$\text{GARCH (1,1) formülasyonunu tekrar ele alalım } \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Bu formülasyonda her zaman değerinin bir gerisine gidelim

$$\sigma_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-2}^2 + \beta \sigma_{t-2}^2$$

tekrar her zaman değerinin bir gerisine gidelim

$$\sigma_{t-2}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-3}^2 + \beta \sigma_{t-3}^2$$

GARCH (1,1) formülasyonunda σ_{t-1}^2 ile düzenlemeye gidersek

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta (\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-2}^2 + \beta \sigma_{t-2}^2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_0 \beta + \alpha_1 \beta u_{t-2}^2 + \beta^2 \sigma_{t-2}^2$$

şimdi de yukarıda zaman değerlerinin gerisine giderek elde ettiğimiz σ_{t-2}^2 formülasyonunu son formülde uygulayalım

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_0 \beta + \alpha_1 \beta u_{t-2}^2 + \beta^2 (\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-3}^2 + \beta \sigma_{t-3}^2)$$

şimdi de formülasyonda β^2 değerini parantez içerisine dağıtalım

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_0 \beta + \alpha_1 \beta u_{t-2}^2 + \beta^2 \alpha_0 + \beta^2 \alpha_1 u_{t-3}^2 + \beta^3 \sigma_{t-3}^2$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 (1 + \beta + \beta^2) + \alpha_1 u_{t-1}^2 (1 + \beta L + \beta^2 L^2) + \beta^3 \sigma_{t-3}^2$$

birbirini izleyen sonsuz sayıda ardışık diziyi de α parantezinde şu şekilde gösterebiliriz

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 (1 + \beta + \beta^2 + \dots) + \alpha_1 u_{t-1}^2 (1 + \beta L + \beta^2 L^2 + \dots) + \beta^\infty \sigma_0^2$$

formülasyonun sağ tarafı sabit ve gözlem sayısı sonsuza gittikçe β^∞ sıfıra yakınsar.

Sonuç olarak GARCH(1,1) modelini şu şekilde gösterebiliriz:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \gamma_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 (1 + \beta L + \beta^2 L^2 + \dots) \\ &= \gamma_0 + \gamma_1 u_{t-1}^2 + \gamma_2 u_{t-2}^2 + \dots \end{aligned}$$

GARCH(1,1) modeli koşullu varyans denkleminde üç parametre içeren fakat mevcut koşullu varyansı etkileyen sonsuz sayıda geçmiş hata karesine imkan veren bir modeldir.

GARCH modelinin giriş kısmında da bahsettiğimiz üzere GARCH(1,1) modeli mevcut koşullu varyansın hata karelerinin q gecikmelerine ve koşullu varyansın p gecikmelerine göre şekillendirildiği GARCH(p,q) modeline evrilebilir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Her ne kadar GARCH(p,q) modelini türetsek de volatilité kümelenmesini yakalamak için GARCH(1,1) modeli yeterli bir modeldir.

3.13.1. Çok Değişkenli GARCH Modelleri

Finansal çalışmalarda getiri volatilitelerinin modellenmesi her ne kadar büyük önem arzetsse de modellemelerde finansal getirilerin birlikte yaptıkları hareketlenmeleri de incelemek gerekmektedir. Tek değişkenli GARCH modelleri farklı volatiliteler kümelenmelerinin davranışlarını gözlemlemek ve modellemek için kullanılmaktadır. Kriz dönemlerinde korelasyonlar aynı yönde hareket eğilimi gösteren varlık fiyatları ile artma eğilimi gösterirler. Buna korelasyon kümelenmesi adı verilir. Korelasyon kümelenmeleri çok değişkenli GARCH modelleri ile tespit edilebilirler. Her varlık getirisi tek değişkenli GARCH modelleri ile belirlenebilen zaman ile değişen koşullu varyansa sahiptir. Ayrıca her bir varlık getirisi çifti de zamanla değişen koşullu kovaryansa sahiptir (Alexander 2008: 164).

En basit çok değişkenli GARCH modeli, iki değişkenli simetrik normal diyagonal vech GARCH olarak şu şekilde gösterilebilir:

$$\sigma_{1t}^2 = \omega_1 + \alpha_1 \varepsilon_{1,t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{1,t-1}^2$$

$$\sigma_{2t}^2 = \omega_2 + \alpha_2 \varepsilon_{2,t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{2,t-1}^2$$

$$\sigma_{12t} = \omega_3 + \alpha_3 \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} + \beta_3 \sigma_{12,t-1}$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix} | I_{t-1} \sim N \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_{1t}^2 & \sigma_{12t} \\ \sigma_{12t} & \sigma_{2t}^2 \end{pmatrix} \right)$$

Matris gösterimi ile derlersek hata vektörü ve GARCH kovaryans matrisi için;

$$\varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix} \text{ ve } \mathbf{H}_t = \begin{pmatrix} \sigma_{1t}^2 & \sigma_{12t} \\ \sigma_{12t} & \sigma_{2t}^2 \end{pmatrix}$$

$$\text{vech}(\mathbf{H}_t) = \text{diag}(\omega_1, \omega_2, \omega_3) + \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \text{ vech}(\varepsilon_t \varepsilon_t') + \text{diag}(\beta_1, \beta_2, \beta_3) \text{ vech}(\mathbf{H}_{t-1})$$

diag: diyagonal matris

vech: matristen oluşturulan vektör

3.13.1.1. CCC – GARCH Modeli (Sabit Koşullu Korelasyonlu Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişken Varyans Modeli)

Bollersev (1990) GARCH Modeline bir başka bakış açısı ile yaklaşarak sabit koşullu korelasyonlu genelleştirilmiş otoresif koşullu değişken varyans modelini ileri sürmüş ve çok değişkenli GARCH modeli olarak bir yaklaşımda bulunmuştur. Bollersev kısaca CCC-GARCH Modeli olarak bilinen yaklaşımında koşullu korelasyonun değişen zamanda sabit olduğu ve bu süreçte sadece koşullu standart sapmanın zaman ile değiştiğini varsaymış ve koşullu kovaryans matrisini koşullu korelasyon matrisine ve koşullu standart sapmalara ayırarak incelemiştir. Aslına bakılırsa GARCH modeli üzerine yapılan araştırmalarda koşullu korelasyonun değişen zaman ile sabit olduğunun varsayıldığı bu modelin gerçekçi yaklaşımlar sunmadığı kanısına varılmıştır.

Bollersev'in yaklaşımında t zamanındaki kovaryans matrisi şu şekilde gösterilmiştir:

$$V_t = D_t C D_t$$

D_t = zamanla değişen GARCH volatilitelerinin diyagonal matrisi

C = zamanla değişmeyen korelasyon matrisi

Kovaryans matrisinin sadece ilgili korelasyon matrisi pozitif tanımlı olduğunda pozitif tanımlı olduğundan yola çıkarak, C pozitif tanımlı olduğu sürece V_t 'nin pozitif tanımlı olduğu sonucu elde edilir (Alexander 2008: 164).

3.13.1.2. VECH Modeli²

GARCH modeli her ne kadar kullanışlı ve ilk ortaya atıldığında yenilikçi bir model olsa da, kovaryans matrisinin pozitif olmasını garanti etmez ve parametre sayısı göreceli olarak büyüktür. GARCH modelinde VECH operatörü kullanılır ve VECH modeli olarak da adlandırılır. Tek değişkenli GARCH modelinin n boyutlu çok

² Baur 2006 Ed. D. Terrell, T. B. Fomby

değişkenli bir modele genişletilmesi için n farklı ortalama ve bunlara karşılık gelen varyans ve $(n^2 - n)/2$ kovaryans denklemlerinin tanımlanması gerekmektedir.

Zamanla değişen kovaryans matrisi üzerinde çalıştığımızdan dolayı ortalama için basit bir denklem tanımlayarak getirileri modelleyecek olursak;

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, H_t)$$

r_t = getirilerin vektörü

μ = getiri diziler ortalamalarını tahmin eden $(N \times 1)$ boyutlu vektör

$\varepsilon_t = \Omega_{t-1}$ data kümesinde H_t kovaryans matrisine karşılık gelen vektör

Tek değişkenli GARCH (1,1) modelini aşağıdaki şekilde formüle edebiliriz:

$$\text{vech}(H_t) = \Omega + A \text{vech}(\varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}') + B \text{vech}(H_{t-1})$$

H_t = zamanla değişen $(N \times N)$ kovaryans matrisi

$\Omega = (N \times N)(N(N+1)/2 \times 1)$ vektörü

A ve $B = (N(N+1)/2 \times N(N+1)/2)$ matrisleri

İki değişkenli VECH modelindeki matrislerin tamamı (3×3) matrislerdir ve bu tahmin edilmesi gereken 27 parametre ortaya çıkartır.

$$\begin{pmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{13,t} \end{pmatrix} = \Omega + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{12,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{pmatrix}$$

Diyagonal VECH modeli A ve B diyagonal matrislerini kullanarak parametre sayısını azaltır. Buna rağmen pozitif değerlere sahip bir kovaryans matrisini kesin olarak vaad edemez.

3.13.1.3. BEKK Modeli

Baba, Engle, Kraft ve Kroner (1991) tarafından geliştirilen BEKK Modeli, Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen modelin bir ön modeli olarak tanımlanabilir. İnceleyeceğimiz model H matrisinin her zaman pozitif olmasını garanti eden bir modeldir. Engle (1982)'nin geliştirdiği ARCH ve Bollerslev (1986)'in GARCH modelinin çok değişkenli bir versiyona geliştirilmiş hali olarak tanımlanmaktadır.

BEKK – GARCH (p,q) Modeli³

$$\epsilon_t = H_t^{1/2} \eta_t$$

$$H_t = \Omega + \sum_{i=1}^q \sum_{k=1}^K A_{ik} \epsilon_{t-i} \epsilon_{t-i}' + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^K C_{jk} H_{t-j} C_{jk}'$$

$K = \text{tam sayı}$

Ω , A_{ik} ve $C_{jk} = m \times m$ kare matrisi (Ω pozitifliği kesin matris)

Bu gösterimde H_{t-i} , $i=1, \dots, p$ matrisleri pozitif olduğunda H_t 'nin pozitifliği kesindir.

Bu gösterimde Ω pozitifliği kesin alt üçgen matristir. Sabit terimin iki üçgen matrisin çarpımına ayrışması H_t 'nin kesin pozitifliğini sağlar

H_t 'nin vektörel gösterimini elde etmeye çalışalım;

$$\text{vech}(H_t) = \text{vech}(\Omega) +$$

$$\sum_{i=1}^q D_m + \sum_{k=1}^K (A_{ik} \otimes A_{ik}) D_m \text{vech}(\epsilon_{t-i} \epsilon_{t-i}') + \sum_{j=1}^p D_m + \sum_{k=1}^K (B_{jk} \otimes B_{jk}) D_m \text{vech} H_{t-j}$$

$$A^{(i)} = D_m + \sum_{k=1}^K (A_{ik} \otimes A_{ik}) D_m$$

³ Francq, Zakoian 2010: 277,281,282,283

$$B^{(j)} = D_m + \sum_{k=1}^K (B_{jk} \otimes B_{jk}) D_m$$

$$i = 1, \dots, q \quad j = 1, \dots, p$$

bu gösterim VEC-GARCH(p,q)'dan türetilmiş olup;

$\Omega = \{m(m+1)/2\} \times 1$ boyutlu vektör

$A^{(i)}$ ve $B^{(j)}$ $m(m+1)/2 \times m(m+1)/2$ boyutlu matrislerdir.

Diyagonal model, $A^{(i)}$ ve $B^{(j)}$ diyagonal matrislerinin vektöel gösterimi için kullanılmaktadır. $\text{vec}(\cdot)$ matrisin bütün sütunlarını bir vektörde toplayarak herhangi bir matrisi bir vektöre dönüştürür.

$$\text{vec}(A) = D_m \text{vech } A$$

$$\text{vech}(A) = D_m^+ \text{vec } A$$

buradaki A simetrik matrisim $x \ m$, duplikasyon matrisi D_m ise girdileri sadece 0 ve 1 olan $m^2 \times m(m+1)/2$ matrisidir.

$$D_m^+ = (D_m' D_m)^{-1} D_m'$$

$$D_1 = (1), \quad D_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad D_2^+ = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$i \geq j$ için, D_m matrisinin $[(j-1)m + i]$ ve $[(i-1)m + j]$ satırları $m(m+1)/2$ boyutlu girdileri boş olan satır vektörüne, $[(j-1)(m-j/2) + i]$ nin 1'e eşit olduğu durum haricinde eşittir.

$$\text{vec}(ABC) = (\dot{C} \otimes A) \text{vec}(B)$$

Bu gösterimde \otimes Kronecker matris çarpımını göstermektedir.

BEKK-GARCH için H_t 'nin vektörel gösterimine tekrar dönecek olursak $\mathbf{A}^{(t)}$ matrisinin katsayılarının sayısı $[m(m+1)/2]^2$ 'dir. Genel bir BEKK gösterimi için $m = 2, q = 1, p = 0$ ve η dağılımının dejenere olmadığını kabul edersek;

$$H_t = \Omega + \sum_{k=1}^{m^2} A_k \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' A_k'$$

Bu gösterimdeki Ω simetrik ve pozitif tanımlı bir matris,

$$A_1 = \begin{pmatrix} a_{11,1} & a_{12,1} \\ a_{21,1} & a_{22,1} \end{pmatrix},$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ a_{21,2} & a_{22,2} \end{pmatrix}$$

$$A_3 = \begin{pmatrix} 0 & a_{12,3} \\ 0 & a_{22,3} \end{pmatrix}$$

$$A_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & a_{22,4} \end{pmatrix}$$

$$a_{11,1} \geq 0, \quad a_{12,3} \geq 0, \quad a_{21,2} \geq 0 \text{ ve } a_{22,4} \geq 0$$

BEKK yaklaşımının bu gösteriminin basit bir testini yapacak olursak;

$$\mathbf{A}^{(1)} = \sum_{k=1}^4 \mathbf{D}_2^+(A_k \otimes A_k) \mathbf{D}_2$$

$$= \begin{pmatrix} a_{11,1}^2 & 2a_{11,1}a_{12,1} & a_{12,1}^2 + a_{12,3}^2 \\ a_{11,1}a_{21,1} & a_{12,1}a_{21,1} + a_{11,1}a_{22,1} & a_{12,1}a_{22,1} + a_{12,3}a_{22,3} \\ a_{21,1}^2 + a_{21,2}^2 & 2a_{21,1}a_{22,1} + 2a_{21,2}a_{22,2} & a_{22,1}^2 + a_{22,2}^2 + a_{22,3}^2 + a_{22,4}^2 \end{pmatrix}$$

Matris gösteriminde pozitifliğin kesinliğine dair inceleme yapacak olursak $\mathbf{A}^{(1)}$ 'in (1,1). elemanı $a_{11,1}$ 'i tanımlamamıza olanak sağlar. Aynı şekilde (1,2). ve (2,1). elemanları da $a_{12,1}$ ve $a_{21,1}$ tanımlamasını verir. Aynı şekilde $a_{22,1}$ tanımlaması da (2,2). elemandan gelmektedir. A_3 'ün iki elemanı $\mathbf{A}^{(1)}$ 'in $a_{12,3} \geq 0$ kısıt koşulu altında ki bu koşul $a_{22,3}$ 'ün işareti kısıtı ile değiştirilebilir, (1,3) ve (2,3). elemanlarından gelmektedir.

A_2 de benzer şekilde elde edilmekte olup sıfıra eşit olmayan eleman A_4 de $A^{(1)}$ 'in (3,3). elemanından gelmektedir.

BEKK Modelinin iki değişkenli incelenmesini ele alacak olursak (Baur 2006, Ed. D. Terrell, T.B. Fomby);

$$H_t = A'A + B'_{\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-1}}B + C'H_{t-1}C$$

gösteriminde, $h_{11,t}$ ve $h_{22,t}$ getiri serilerinin koşullu varyanslarını, $h_{12,t}$ ise bunların kovaryansını ifade etmektedir:

$$\begin{pmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{pmatrix} = A'A + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_{11} & c_{21} \\ c_{12} & c_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{12,t-1} & h_{22,t-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{pmatrix}$$

Matris gösterimi kullanılmadan elde edilen formda ise:

$$h_{11,t} = a_{11}^2 + b_{11}^2\varepsilon_{1,t-1}^2 + 2b_{11}b_{21}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + b_{21}^2\varepsilon_{2,t-1}^2 + c_{11}^2h_{11,t-1} \\ + 2c_{11}c_{21}h_{12,t-1} + c_{21}^2h_{22,t-1}$$

$$h_{12,t} = a_{12}a_{11} + b_{11}b_{12}\varepsilon_{1,t-1}^2 + (b_{12}b_{21} + b_{11}b_{22})\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + b_{21}b_{22}\varepsilon_{2,t-1}^2 \\ + c_{11}c_{12}h_{11,t-1} + (c_{12}c_{21} + c_{11}c_{22})h_{12,t-1} + c_{21}c_{22}h_{22,t-1} = h_{21,t}$$

$$h_{22,t} = a_{12}^2 + a_{22}^2 + b_{12}^2\varepsilon_{2,t-1}^2 + 2b_{12}b_{22}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + b_{22}^2\varepsilon_{2,t-1}^2 + c_{12}^2h_{11,t-1} \\ + 2c_{12}c_{22}h_{12,t-1} + c_{22}^2h_{22,t-1}$$

Diyagonal BEKK model gösterimi de aşağıdaki formdadır:

$$h_{11,t} = a_{11}^2 + b_{11}^2\varepsilon_{1,t-1}^2 + c_{11}^2h_{11,t-1}$$

$$h_{22,t} = a_{11}^2 + a_{22}^2 + b_{22}^2\varepsilon_{2,t-1}^2 + c_{22}^2h_{22,t-1}$$

$$h_{12,t} = h_{21,t} = a_{11}a_{22} + b_{11}b_{22}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + c_{11}c_{22}h_{12,t-1}$$

$$h_{21,t} = h_{12,t}$$

3.14. Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (CAPM)

Modern portföy teorisinin önemli sonuçlarından birisi olan Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (Capital Asset Pricing Model – CAPM), Sharpe, Lintner ve Mossin tarafından ayrı ayrı geliştirildiği için, Sharpe – Lintner – Mossin modeli olarak da tanımlanmaktadır. CAPM'e giriş yapmadan önce, modelin çıkış sürecinin altyapısını hazırlayan Markowitz'in formülizasyonundan yola çıkan Sharpe'in tek endeks piyasa modeli incelenmelidir.

3.14.1. Tek Endeks Piyasa Modeli

Markowitz, a hisse senedinin getirisini incelerken tanımladığı $r_a = A_1 + A_2I + u$ eşitliğinde, hisse senedinin getirisinin temel dayanağını, piyasaların temel kazanç koşulunu belirleyen bir faktör endeksine dayandırmıştır. Markowitz'in tanımladığı bu eşitliği oluşturan bileşenlerin açılımı şu şekildedir (Markowitz 1959: 100):

r_a = a hisse senedinin beklenen getirisi

$A_{1,2}$ = sabitler

I = endeks değeri

u = hata terimi

Sharpe (1963) Markowitz'in az önce belirttiğimiz eşitliğini, hisse senedi getirilerinin, pazar endeksi ile beraber ne derece ilişki içerisinde olduğunu inceleme amacı ile kullanmış ve günümüz finans literatüründe aşağıda belirtildiği şekilde kabul gören “tek endeks piyasa modeli” eşitliğini test etmiştir:

$$r_{it} = \alpha_i + \beta_i r_{mt} + u_{it}$$

r_{it} = i hisse senedinin, t periyodu boyunca kazandıracığı getiri

α_i = i hisse senedinin getirisinde yer alan, pazar harici getiri bileşeni

β_i = i hisse senedinin getirisi ile pazar getirisinin kovaryans oranı

r_{mt} = market endeksinin t periyodu boyunca getirisi

u_{it} = hata terimi

3.14.2. Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin Varsayımları

CAPM de, Markowitz portföy teorisinde olduğu gibi, bazı kabuller üzerine kuruludur. CAPM, Markowitz portföy teorisinin üzerine inşa edilmiş olduğundan dolayı, her iki yaklaşımın bazı ortak varsayımları mevcuttur. CAPM'in varsayımları (Sharpe, Alexander ve Bailey 1998: 228):

- Yatırımcılar portföylerini oluştururken, portföylerin bir dönemlik standart sapma ve beklenen değer ölçütlerinden yola çıkarlar
- Yatırımcılar doyumsuzdur, birbirleri ile aynı standart sapmaya sahip portföyler arasındaki tercihlerini, yüksek beklenen getirili portföyden yana kullanırlar
- Yatırımcılar riskten kaçınırlar. Birbirleri ile aynı beklenen getiriye sahip portföyler arasındaki tercihlerini, düşük standart sapmaya sahip portföyden yana kullanırlar.
- Bireysel varlıklar sonsuz bölünebilirdir, yani bir yatırımcı arzu ettiği zaman bir hisse senedinin bir kısmını alabilir
- Yatırımcının para verebileceği (yatırım) ya da para alabileceği bir risksiz faiz oranı mevcuttur
- Vergiler ve işlem maliyetleri gözardı edilmektedir
- Bütün yatırımcılar, aynı süre zarfı için yatırım yaparlar
- Risksiz faiz oranı, bütün yatırımcılar için aynıdır
- Bütün yatırımcılar bilgiye ücretsiz ve anında ulaşabilirler
- Yatırımcılar homojen beklentilere sahiptirler (yatırımcıların, hisse senetlerinin beklenen getirileri, standart sapmaları ve kovaryansları ile ilgili algıları aynıdır).

Belirtilen varsayımları incelediğimiz zaman, CAPM'in gerçekçilik biraz uzak bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Örnek olarak, bütün yatırımcıların aynı bilgiye sahip olmaları ve hisse senetlerinin gelecek dönemleri dair beklentiler konusunda mutabık olmaları, yatırımcıların tamamının bilgiyi aynı şekilde analiz ettikleri ve işledikleri

anlamına gelmektedir. CAPM, bir yatırımcının nasıl yatırım yapması gerektiğinden, herkesin aynı şekilde yapması durumunda hisse senedi fiyatları nasıl olur yaklaşımına geçişe ışık tutmaktadır.

3.14.3. Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin Formülizasyonu

Sermaye varlıkları fiyatlama modeli, faktör analizi temeline dayanmakta olup, karakteristik olarak tek faktör modeline – pazar faktörü – dayanmaktadır. Bu teori, bir sermaye varlığının beklenen getirisinin, bu varlığın beta değerine bağlı bir lineer denklem olduğunu belirtmektedir (Dorsey 2007: 244).

Her ne kadar CAPM, Markowitz'in portföy teorisi yaklaşımını baz alan bir model olsa da, Markowitz'in portföy teorisi ile CAPM arasında bazı ince farklılıklar bulunmaktadır. Portföy teorisi, toplam risk ile portföy getirilerini dikkate alarak, yatırımcılara hangi portföye yatırım yapmalarının makul olduğuna dair önerilerde bulunur. SVFM ise, sistematik risk ölçütünü baz alarak, her bir hisse senedinin makul fiyatının belirlenmesi işlemi amacıyla kullanılır (Watson ve Head 2010: 238).

Sharpe (1964) yatırımcı tercihleri, sermaye piyasalarının fiziksel özellikleri gibi etmenler kaynaklı olarak, risk fiyatının ne şekilde oluştuğuna dair bir teorinin eksikliğinden bahsetmiş, bu eksiklikten ötürü herhangi bir sermaye varlığının fiyatı ile onun riski arasındaki ilişkiyi belirlemenin zorluğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak, Markowitz ve Tobin'in çalışmalarını baz alarak yola çıkmış, bu çalışmalar doğrultusunda fakat özgün bir yaklaşımda bulunmuş, bir hisse senedinin beklenen getirisinin hesaplanmasının formülizasyonunda, risksiz getiri oranı, sermaye varlığının piyasadaki değişimlere olan duyarlılığı, piyasanın beklenen getirisi etmenlerini kullanmıştır.

CAPM, bir sermaye varlığının beklenen risk priminin, pazar risk primi ile varlığın beta değerinin çarpımı olduğunu belirtmektedir. Teori, hisse senedi piyasalarının, yalnızca pazar riskinden endişe duyan, bundan ötürü etkin bir çeşitlendirmeye gitmiş yatırımcılar tarafından domine edildiğini öngörür. CAPM'in formülizasyonu şu şekildedir (Brealey, Myers ve Marcus 2001: 416):

Beklenen Getiri = Risksiz Getiri Oranı + Risk Primi

$$r = r_f + \beta (r_m - r_f)$$

3.14.4. Beta Katsayısı

Risk, bir hisse senedinin getirisinin, pazar portföyünün getirisindeki dalgalanmaya karşı duyarlılığı olarak ölçülebilir. Bu hassasiyet birimi, hisse senedinin beta değeri olarak isimlendirilir (Brealey, Myers ve Marcus 2001: 408).

Pazarın beta değeri her zaman bire eşittir ve hisse senetlerinin sistematik risklerinin ölçülmesinde kullanılan bir kriter olarak ele alınır. Az önce de belirttiğimiz üzere bir hisse senedinin beta değeri, hisse senedinin getirisinin sistematik faktörlere bağlı olarak değişimini ölçer. Bu açıklamayı bir örnek ile ele alacak olursak, bir hisse senedinin 0.8'lik bir beta değerine sahip olduğunu varsayalım (pazardan daha düşük bir sistematik risk değeri). Bu durumda pazar portföyünün getirisi yüzde 10'luk bir artış gösterirse, hisse senedinin getirisi yüzde sekizlik bir artış performansı sergiler. Aynı şekilde pazar portföyünün getirisindeki yüzde 10'luk bir azalma durumunda, hisse senedinin getirisinde de yüzde sekizlik bir azalma gözlemlenecektir. Beta değeri birden düşük olan hisse senetleri, yatırımcılar tarafından defansif hisse senetleri olarak adlandırılırlar. Defansif hisse senetleri, menkul kıymetler borsası düşüş eğilimi gösterdiği zaman, yatırımcılar tarafından en cazip hisse senetleri olarak değerlendirilirler. Agresif hisse senetleri olarak adlandırılan senetler ise, beta değeri birden büyük olan ve borsa yükselme eğilimine geçtiği zaman yatırımcılar için en cazip konumda bulunan hisse senetleridir. Örnek olarak, 1.5'lik bir beta değerine sahip olan bir hisse senedi, pazar portföyü yüzde 10'luk bir yükseliş gösterdiğinde, yüzde 15'lik bir getiri sağlamakla beraber, yüzde 10'luk bir pazar portföyü düşüşünde yüzde 15'lik bir getiri değer kaybına uğrarlar (Watson ve Head 2010: 239, 240).

i hisse senedinin beta değerinin formülizasyonu, i hisse senedinin getirisi ile pazar getirisinin kovaryanslarının, pazar getirisinin varyansına bölümü şeklinde hesaplanmaktadır (Ross, Westerfield ve Jaffe 2013: 362):

$$\beta_i = \text{Cov}(R_i, R_m) / \sigma^2(R_m)$$

3.14.5. Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (I-CAPM)

Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli finansal işlemlerde herhangi bir kısıtlama olmayan tek bir para birimi bölgesi ve tek bir finansal piyasa için kullanılmaktadır. Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli ise çoklu para birimi bölgeleri ve çoklu finansal piyasaları inceler. I-CAPM aslında birden çok borsada ve birden çok para biriminde yatırım yapabilen çok uluslu firmalar için daha uygun bir modeldir. I-CAPM modelinin risksiz bileşeni, toplam getirinin ölçüldüğü para birimindeki risksiz getiri oranı olarak kabul edilir. Örnek olarak çok uluslu şirketin getirilerinin İngiliz Sterlini ile ölçülüyor ise risksiz getiri oranı İngiliz Sterlini için geçerlidir. I-CAPM modelini CAPM modelinden ayıran temel unsur pazarın ölçümüdür. Çok uluslu şirketler dünya çapında diğer piyasalarda yatırım yapabilirler ve portföy çeşitlendirme ile küresel risk ya da dünya pazarının riski haricindeki risklerden mümkün olduğunca kaçınabilirler. Bu durumda beta değeri küresel ya da dünya risk primi haline gelir, r_f ise değerlendirme yapılan para birimindeki risksiz getiridir (Madura ve Fox 2007: 587, 589).

Sermaye varlıkları fiyatlama modeli ile uluslararası entegre pazarlar ile bölümlenmiş pazarlar arasında bir karşılaştırma yapabiliriz. Eğer varlıklar uluslararası entegre sermaye piyasalarında fiyatlanıyorsa, beklenen kazançları incelemek için kullandığımız I-CAPM modelini formülize edecek olursak;

$$r^* = r_f + \beta^w (r_w^* - r_f)$$

$$\beta^w = \text{Cov}(R_i, R_w) / \text{Var}(R_w)$$

şeklinde gösterilir. Bu gösterimde r_w^* dünya pazarının beklenen getirisini temsil etmektedir. Uluslararası Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin pratikte kullanımı aslına bakıldığında birçok zorluğu da beraberinde getirmektedir. Bu modelin kullanımı için uluslararası risksiz faiz oranını belirlemek, farklı ülkelerdeki yatırımcıların oluşturdukları portföylerden elde ettikleri getiriler hakkında varsayımlarda bulunmak ve benzer başka zorlu öngörülerini yapmak gerekmektedir. Formülasyonda gösterdiğimiz modelin geçerliliği durumunda yabancı varlıklara yapılan yatırımlar beklenenin dışında bir getiri sunmazlar çünkü uluslararası çeşitlendirilmiş bir portföyün sistematik riski makul düzeyde telafi edilmiş olur (Levi 2009: 413).

3.15. Durağanlık Testleri

Tezimizin analiz kısmında Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinden oluşturulan Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin 2001 krizinden sonra ekonominin tekrar dengeye geldiği varsayılan 2003 yılından 2018 yılı sonuna kadar günlük dataları incelenmiştir. Endeksler Bankacılık, Bilişim, BIST100, Elektrik, Gıda, Hizmetler, Holding ve Yatırım, İletişim, Kimya Petrol Plastik, Metal Ana, Metal Eşya Makina, Orman Kağıt Basım, Sınai, Taş Toprak, Teknoloji, Tekstil Deri, Ticaret, Turizm, Ulaştırma sektörlerinde işlem gören hisse senetlerinden oluşturulmuş ve bu endekslerin döviz kurundaki değişimlerine karşı gösterdikleri duyarlılıklar analiz edilmiştir.

Analiz kısmında ilk olarak Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin durağanlıkları Genişletilmiş Dickey – Fuller Birim Kök Testi ile incelenmiştir. Test istatistiklerinin sonucunda endeks serilerinin tamamı 0,05 olasılık değerinin altında, test istatistik değerlerinin tamamı %1, %5 ve %10'un altında ve Genişletilmiş Dickey – Fuller Test İstatistik değeri mutlak değer olarak %1, %5 ve %10 test istatistiklerinin mutlak değerlerinden büyük gözlemlenmiş ve tüm endeks serilerinin durağan olduğu gözlemlenmiştir.

3.16. Yöntem

Tezimizde Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin 2003 yılı başından 2018 yılı sonuna kadar günlük kapanış verileri ile TCMB tarafından yayınlanan Amerikan Doları - Türk Lirası nominal efektif döviz kurları kullanılmıştır. Borsa endeksleri birer portföy özelliği taşıdığından gerek borsanın gerekse sektör endekslerinde ekonomik döviz kuru riskinin gözlemlenebilmesi amacıyla zamanla değişen döviz kuru betaları BEKK – GARCH yönteminden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Finansal zaman serileri genelde seviyede durağan değildir. Değişen varyans sorununun elimine edilebilmesi için hemde serilerin durağan hale gelmelerini sağlamak amacıyla serilerin logaritmik farkları aşağıda formül yardımıyla hesaplanmış ve getiri serisine dönüştürülmüştür.

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) * 100$$

Elde edilen seriler Genişletilmiş Dickey – Fuller Birim Kök Testi ile incelenmiş ve serilerin tamamının durağan olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar aşağıda Tablo 3.1’de özetlenmiştir.

Tablo 3.1: Genişletilmiş Dickey – Fuller Birim Kök Test Sonuçları

Sektör Endeksi	t-Statistic	Prob.
Bankacılık	-63.54625	0.0001
Bilişim	-60.39877	0.0001
Elektrik	-59.51623	0.0001
Gıda	-47.28188	0.0001
Holder ve Yatırım	-61.41020	0.0001
İletişim	-62.96692	0.0001
Kağıt	-60.80851	0.0001
Kimya	-61.07345	0.0001
Metal Ana	-61.02902	0.0001
Metal Eşya	-61.24697	0.0001
Taş Toprak	-60.09090	0.0001
Ticaret	-63.01329	0.0001
Tekstil	-61.71576	0.0001
Turizm	-60.94478	0.0001
Ulusal 100	-62.88080	0.0001
Hizmetler	-63.19084	0.0001
Ulaştırma	-62.17383	0.0001
Sınai	-61.00328	0.0001
Teknoloji	-61.79333	0.0001

Ardından endeksler ile Amerikan Doları Türk Lirası döviz kuru çok değişkenli GARCH – BEKK modeli ile incelenmiş, modelin anlamlılığı test edilmiş ve endeksler ile nominal döviz kuru arasındaki zamanla değişen korelasyon ilişkisi gözlemlenmiştir.

Ardından endeksler ile nominal döviz kuru arasındaki ilişkinin Beta değeri elde edilmiştir.

Beta katsayılarının gözlemlenmesinde öncelikle her bir endeks ile döviz kurunun kovaryans serileri oluşturulmuş, ardından döviz kurunun zamanla değişen varyansı elde edilmiştir.

$$B_{\text{Portföy}} = \text{Cov} (R_{\text{Portföy}}, R_{\text{Kur}}) / \sigma^2 (R_{\text{Kur}})$$

3.17. Beta Analiz Sonuçları

Durağanlık testlerinde durağan sonuçlar veren endeksler ile döviz kuru kovaryans serilerinin oluşturulmasının ardından, endeksler ile döviz kurunun GARCH – BEKK serilerinin anlamlılığı gözlemlenmiş ve olumsuz bir sonuç elde edilmemiştir. Nominal döviz kurunun zamanla değişen varyansı elde edilmesiyle, en son oluşturulan seri ile endeks - döviz kurunun kovaryans serisinin döviz kuru varyansına bölünmesi sonucunda endeksin zamanla değişen döviz kuru betası gözlemlenmiştir. Elde edilen beta analizlerinin sonuçları çalışmamızın dördüncü bölümünde sektörel bazda gösterilecektir.

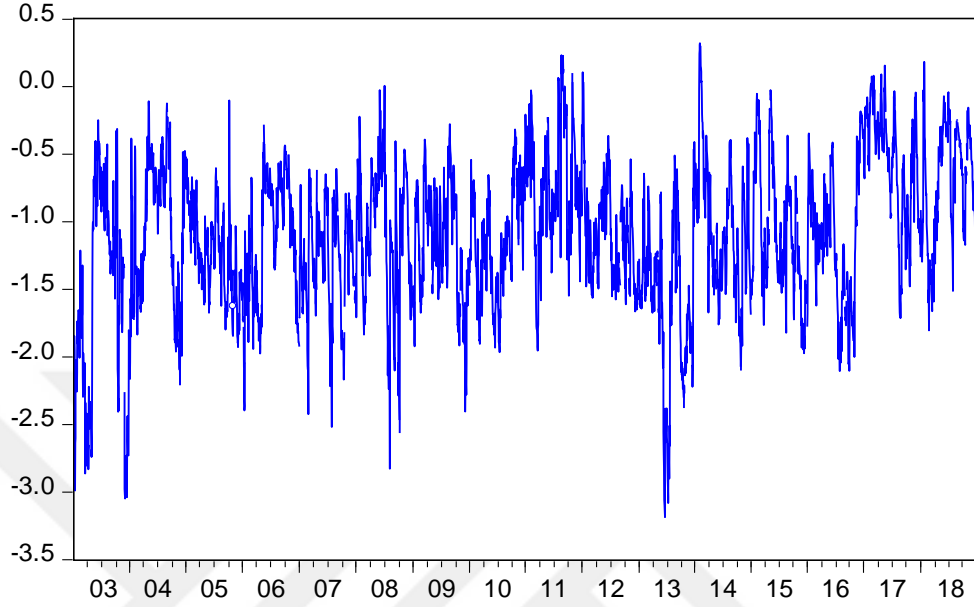
IV. BÖLÜM

Tezimizin dördüncü bölümünde, analiz safhasında elde ettiğimiz GARCH – BEKK yönteminin bulgularını değerlendireceğiz.

4. GARCH – BEKK BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bulguların değerlendirilmesi sürecinde sektörlerin zamanla değişen döviz kuru betası serilerinin grafiklerini inceleyecek ve 2003 yılı başından 2018 yılı sonuna kadarki periyotta beta serilerinin günlük hareketlerini gözlemleyeceğiz. Bu gözlem süreci bizlere tarihsel bazda erişilen minimum ve maksimum en uç beta değerlerini gösterecektir. Ardından onaltı yıllık periyodun ortalama beta değerlerini gözlemleyerek döviz kurundaki değişime karşı sektörel bazda hassasiyetleri inceleyeceğiz. Maksimum ve minimum değerler her ne kadar anlık bazda değerlemeye dair bizlere bilgi verse de periyodun ortalama değeri bizlere asıl bilgiyi sağlayacak olan veri olarak karşımıza çıkmaktadır. Beta değerinin işareti bizim için temel yol gösterici olacaktır. Metodolojimize göre pozitif beta değeri döviz kuru ile aynı yönde değişim, negatif beta değeri ise döviz kurunun tersi yönünde değişim olarak değerlendirilmektedir.

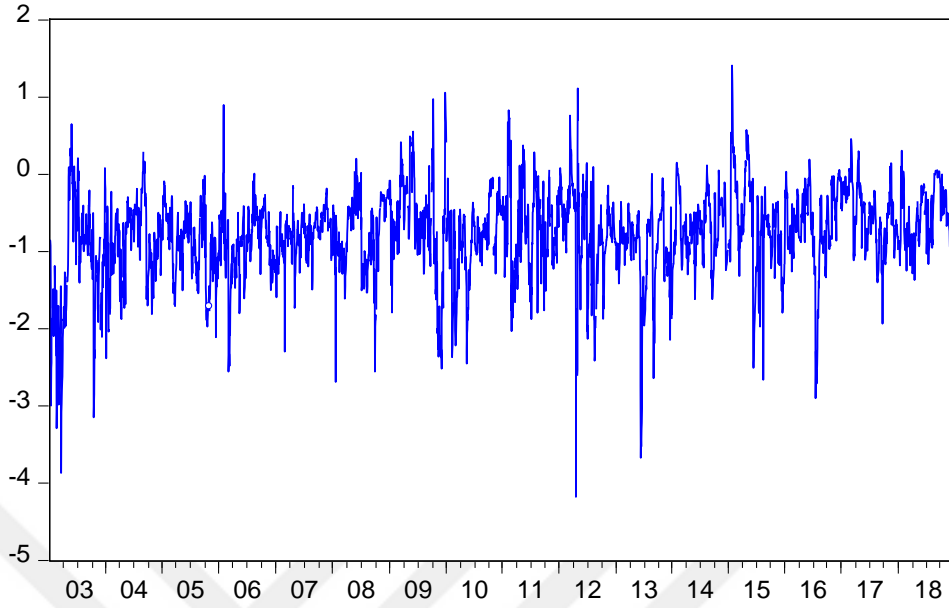
BANKAKURBETA



Grafik 4.1. Bankacılık Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

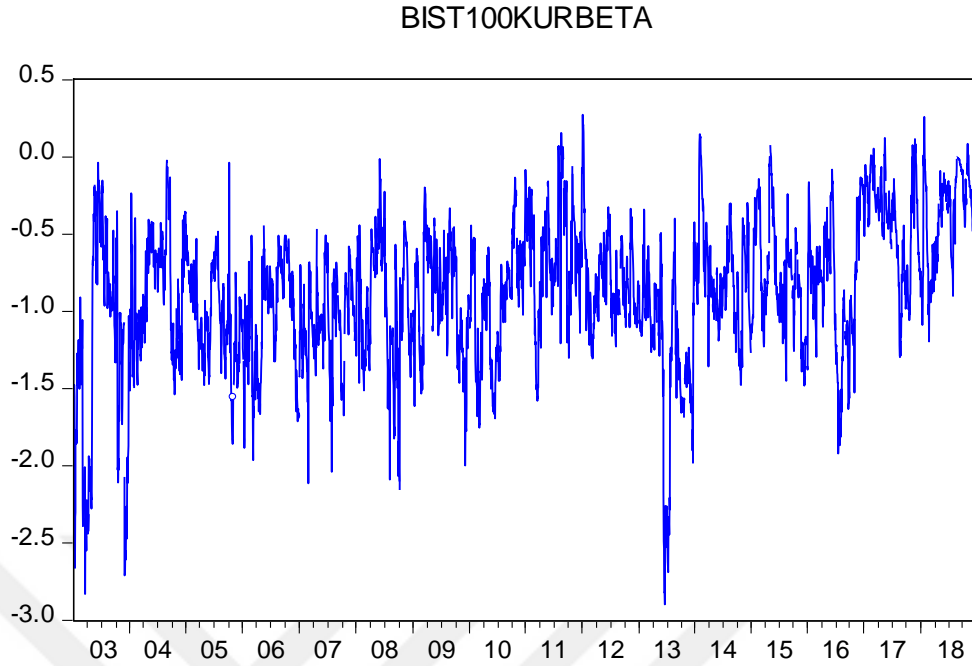
Bankacılık sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisi incelendiğinde ortalama değer $-1,10$ çıktığı görülmüş ve döviz kuru değişimlerine en duyarlı sektör olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde betanın $-3,19$ seviyelerine kadar düştüğü gözlenmektedir. Bunun sebebi banka işletmelerinin doğaları gereği döviz kuru riskine maruz kalmalarıdır.

BILISIMKURBETA



Grafik 4.2. Bilişim Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

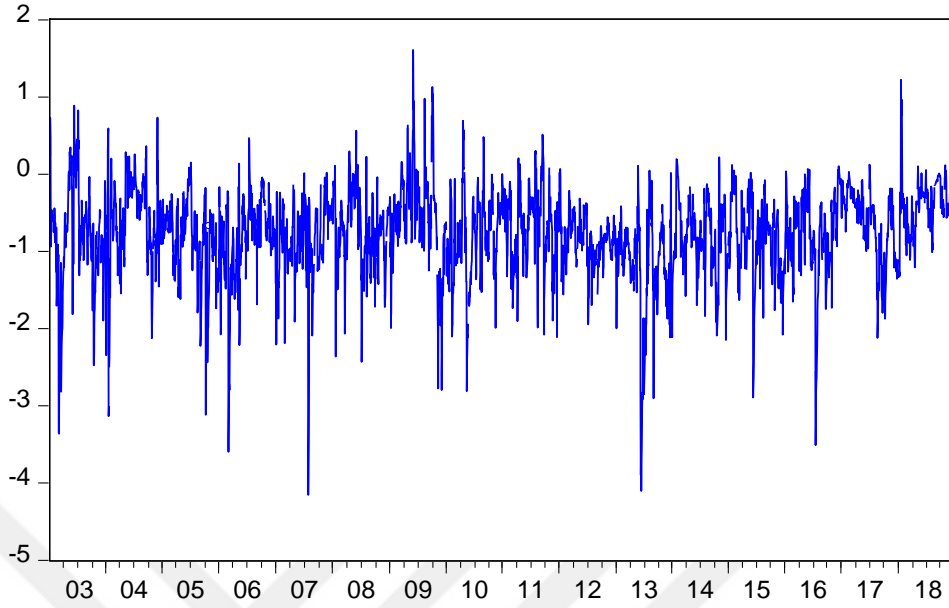
Bilişim sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisi incelendiğinde ortalama değer $-0,78$ olarak görülmüştür. Sektör $1,41$ beta değeri ile yüksek dalgalanma dönemlerinde sektörler arasında döviz kuru değişimi sırasında en yüksek beta değeri gözlemlenen üçüncü, $-4,18$ beta değeri ile de döviz kuru değişimi sırasında en düşük beta değeri gözlemlenen üçüncü sektör olarak gözlemlenmiştir. Bu analiz sonuçları Bilişim sektörünün döviz kurundaki pozitif ve negatif yönlü değişimlere karşı tutarlı duyarlılık gösterdiğini vermektedir.



Grafik 4.3. Ulusal 100 Endeksinin Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

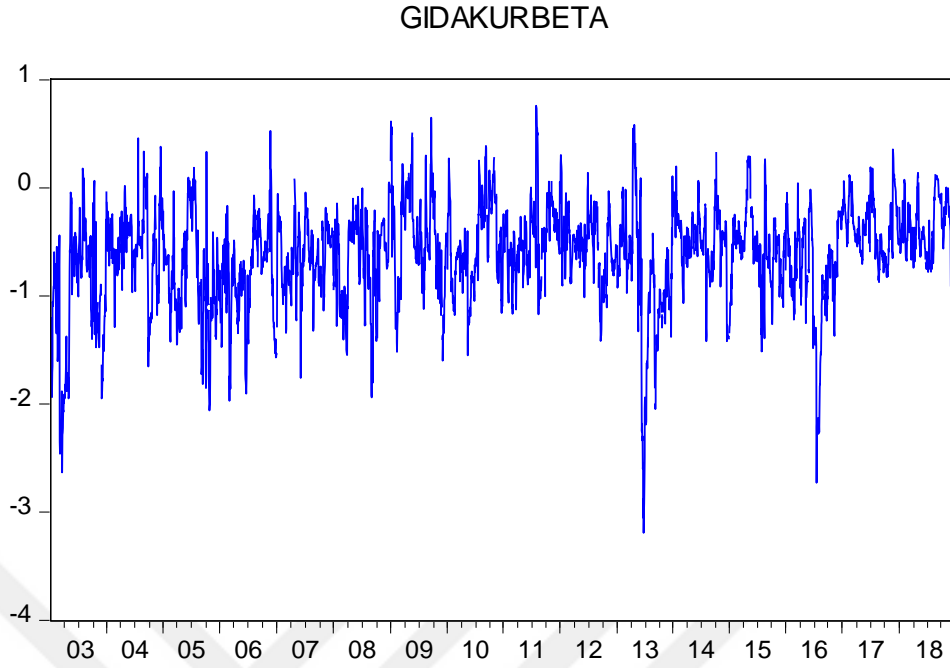
Ulusal 100 endeksinin zamanla değişen döviz kuru betası serisi için ortalama değer $-0,87$ olarak gözlemlenmiştir, Borsa İstanbul'daki 18 sektör endeksinin zamanla değişen döviz kuru betası serisi ortalaması ise $-0,74$ olarak tespit edilmiştir. 18 sektör endeksinin zamanla değişen döviz kuru beta seri maksimum ortalama değerleri $0,85$ olup minimum beta ortalama değerleri ise $-3,51$ 'dir. Ulusal 100 endeksinde gözlemlenen zamanla değişen döviz kuru betası serisi ortalama değerleri maksimum $0,27$ olup minimum $-2,90$ olarak ölçülmüştür.

ELEKTRIKKURBETA



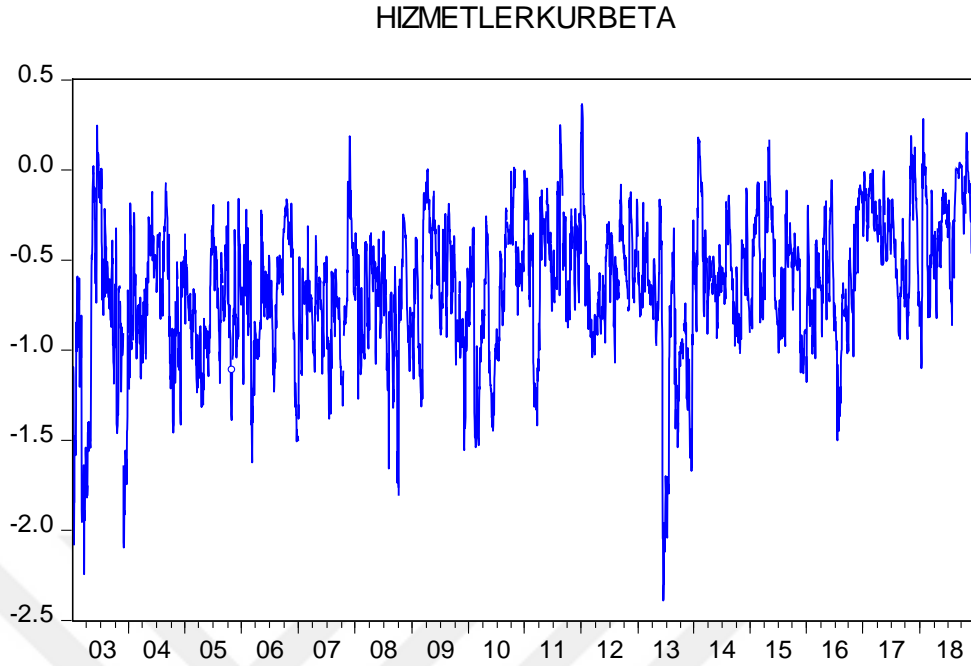
Grafik 4.4. Elektrik Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Elektrik sektörünün zamanla değişen döviz kuru beta serisinin ortalama değeri -0,77'dir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde betanın 1,61 ile sektörler arasında en yüksek ikinci, -4,16 değeri ile en düşük dördüncü sırada olduğu görülmüştür. Elektrik sektörünün döviz kuru değişimine karşı duyarlılığı yüksek olup bunun sebebi temelde sektörün ithal hammadde girdi kullanmasından kaynaklanmaktadır.



Grafik 4.5. Gıda Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

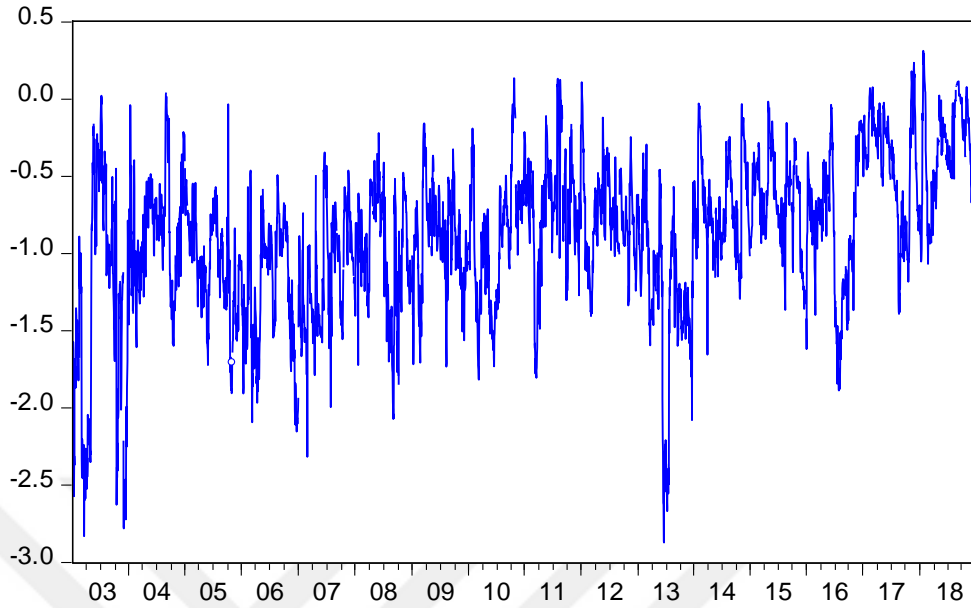
Gıda sektörü, zamanla değişen döviz kuru betası serisi $-0,62$ ortalama değer ile döviz kuru değişimlerine karşı en az duyarlı sektör olarak karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde betanın $-3,19$ seviyelerine kadar düştüğü ve en yüksek değer olarak $0,76$ 'ya ulaştığı gözlemlenmiştir.



Grafik 4.6. Hizmetler Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

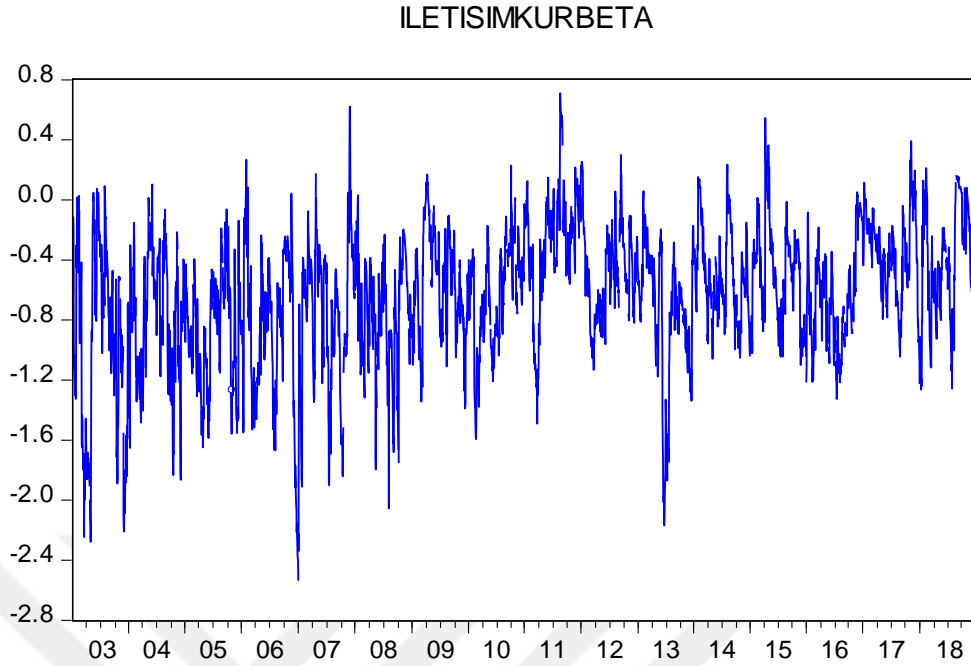
Hizmetler sektörü, zamanla değişen döviz kuru betası serisi $-0,65$ ortalama değer ile döviz kuru değişimlerine en az duyarlı üçüncü sektör olarak karşımıza çıkmıştır. Kurda dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde beta $-2,39$ seviyelerinde en düşük, $0,37$ seviyelerinde en yüksek uç değerlere ulaşmıştır. $-2,39$ değeri sektörler arasında en düşük beta değerleri arasındaki en yüksek değerdir. Bu değer de Hizmetler sektörünün kurdaki dalgalanmalara karşı hassasiyeti en düşük sektör olduğu bulgusunu doğrulamaktadır.

HOLDINGVEYATIRIMKURBETA



Grafik 4.7. Holding ve Yatırım Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

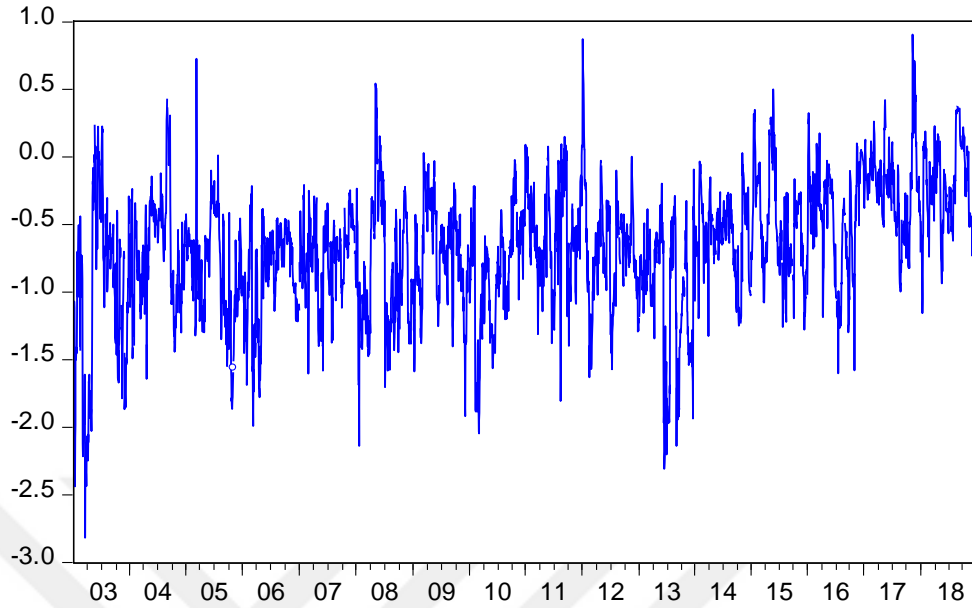
Holding ve Yatırım sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,89 ile döviz kuru değişimlerine en duyarlı ikinci sektör olarak karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,31 değerine ulaşan beta sektörler arasında en yüksek ikinci değer olarak yer alırken, betanın -2,87 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.



Grafik 4.8. İletişim Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

İletişim sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,64 ile döviz kuru değişimlerine en az duyarlı ikinci sektör olarak Taş Toprak ve Ticaret sektörleri ile birlikte karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,71 değerine ulaşan betanın -2,54 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.

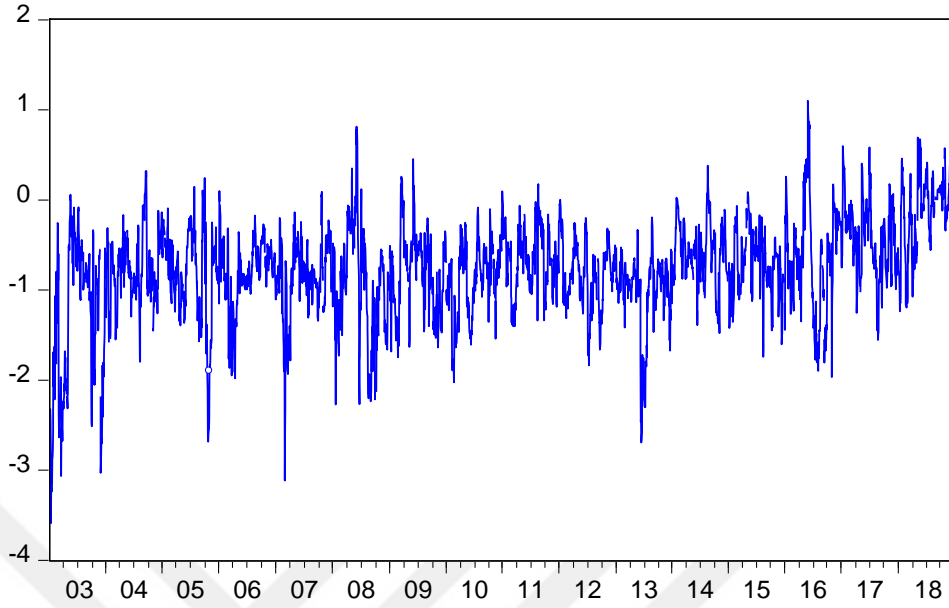
KIMYAPETROLPLASTIKKURBETA



Grafik 4.9. Kimya Petrol Plastik Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

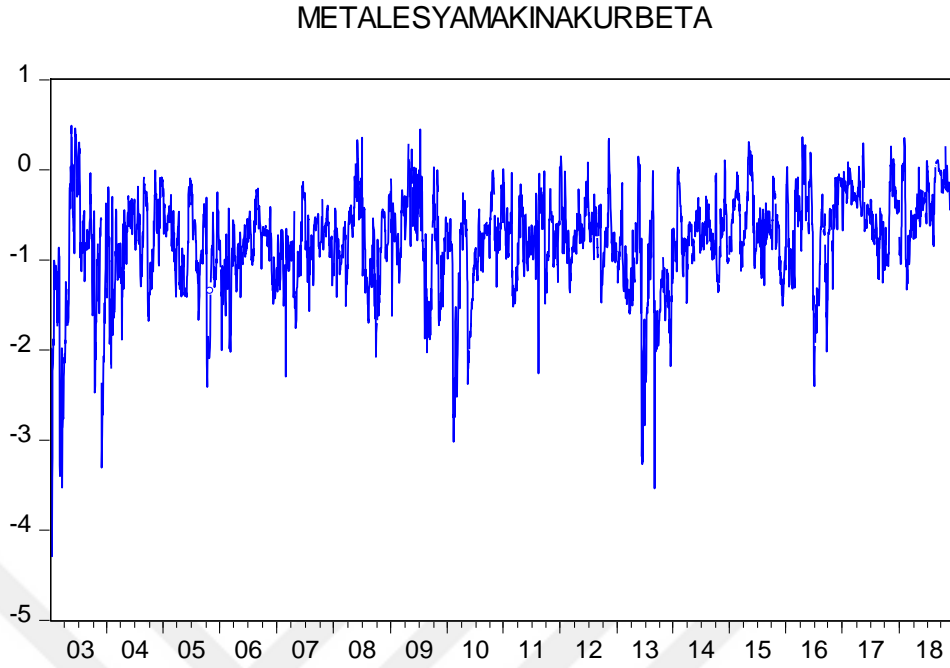
Kimya Petrol Plastik sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,68 olarak görülmüştür. Bu değer, sektörler arasında duyarlılığı en düşük dördüncü sektör olarak yer almaktadır. Kimya Petrol Plastik sektörü yüksek dalgalanma dönemlerinde 0,91 en yüksek beta değerine ulaşmış olup, elde edilen en düşük beta değeri ise -2,82 olarak gözlemlenmiştir.

METALANAKURBETA



Grafik 4.10. Metal Ana Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

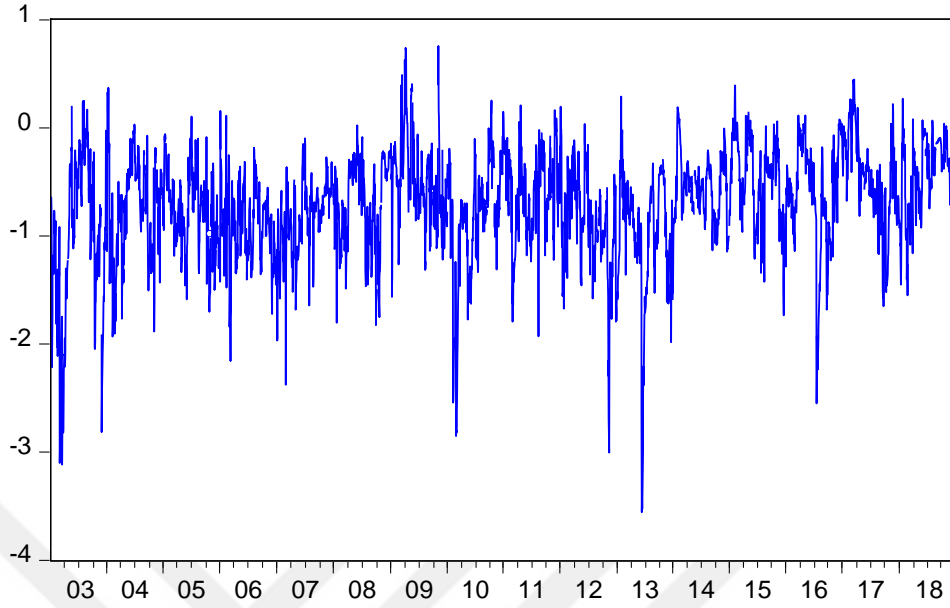
Metal Ana sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,77 olarak elde edilmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 1,10 değerine ulaşan betanın -3,59 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.



Grafik 4.11. Metal Eşya Makina Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

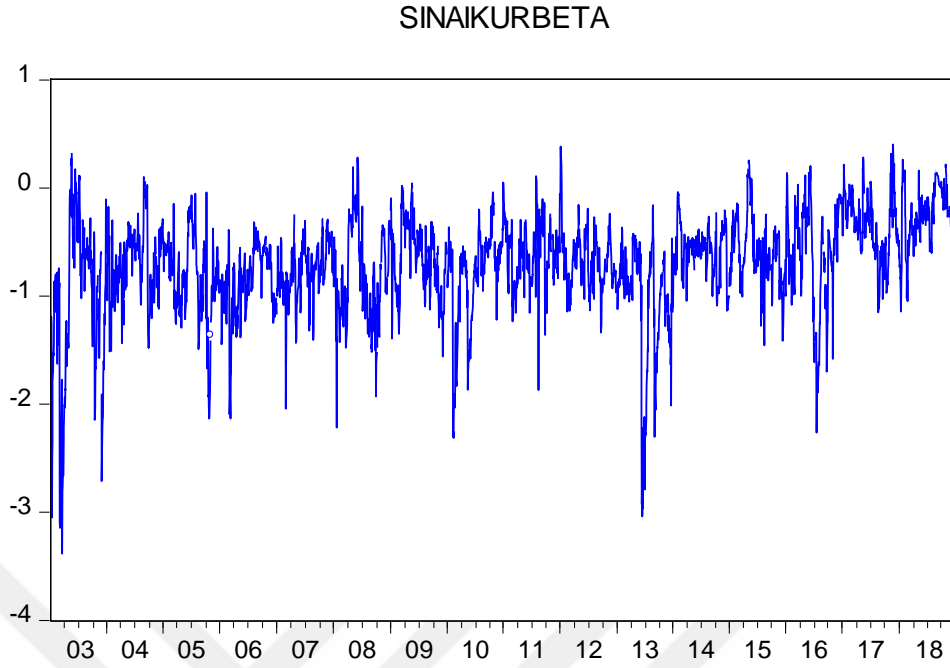
Metal Eşya Makina sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri $-0,80$ ile döviz kuru değişimlerine en duyarlı dördüncü sektör olarak karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde $-4,29$ değerini gören beta sektörler arasında en düşük ikinci değer olarak yer alırken, $0,49$ seviyelerine kadar yükseldiği gözlenmiştir.

ORMANKAGITBASIMKURBETA



Grafik 4.12. Orman Kağıt Basım Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

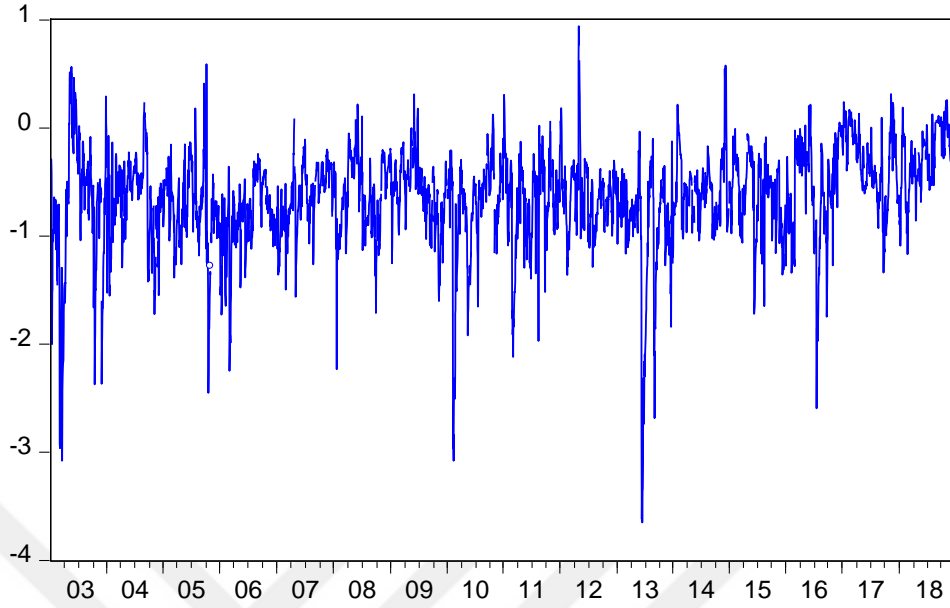
Orman Kağıt Basım sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,71 olarak elde edilmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,76 değerine ulaşan betanın -3,56 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.



Grafik 4.13. Sınai Sektörün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Sınai sektörün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,70 olarak elde edilmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,40 değerine ulaşan betanın -3,38 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.

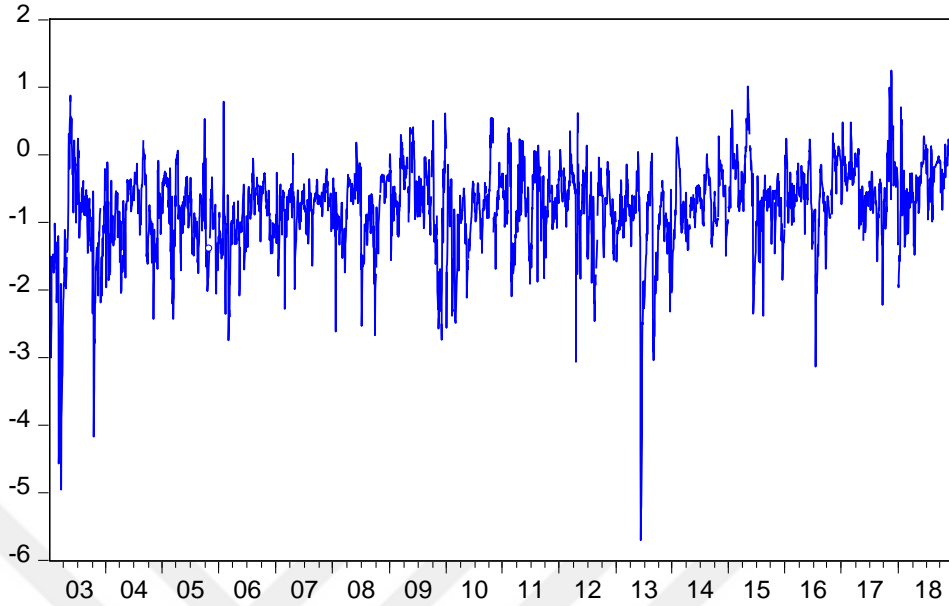
TASTOPRAKKURBETA



Grafik 4.14. Taş Toprak Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Taş Toprak sektörü, zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,64 ile döviz kuru değişimlerine en az duyarlı ikinci sektör olarak Ticaret ve İletişim sektörleri ile birlikte karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,94 değerine ulaşan betanın -3,65 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.

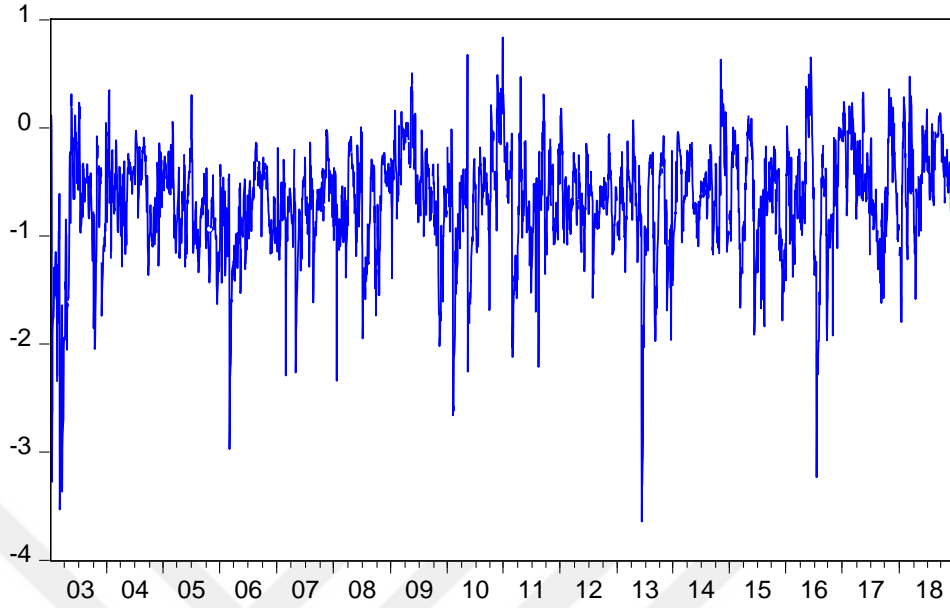
TEKNOLOJİKURBETA



Grafik 4.15. Teknoloji Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Teknoloji sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,79 ile döviz kuru değişimlerine en duyarlı beşinci sektör olarak karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde -5,70 değerini gören beta sektörler arasında en düşük değer olarak yer alırken, 1,25 seviyelerine kadar yükseldiği gözlenmiştir.

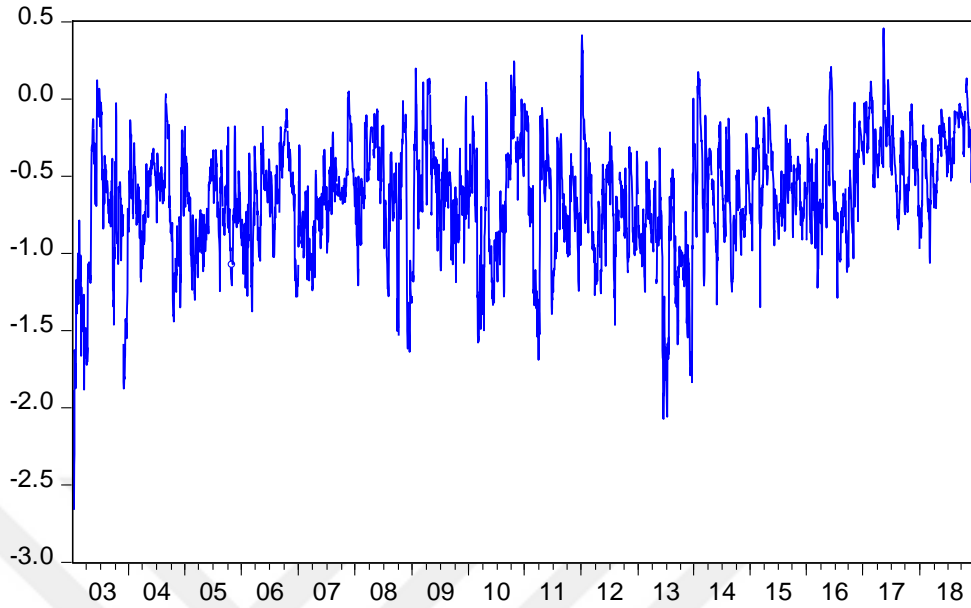
TEKSTILDERIKURBETA



Grafik 4.16. Tekstil Deri Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Tekstil sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,69 olarak elde edilmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,84 değerine ulaşan betanın -3,64 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir

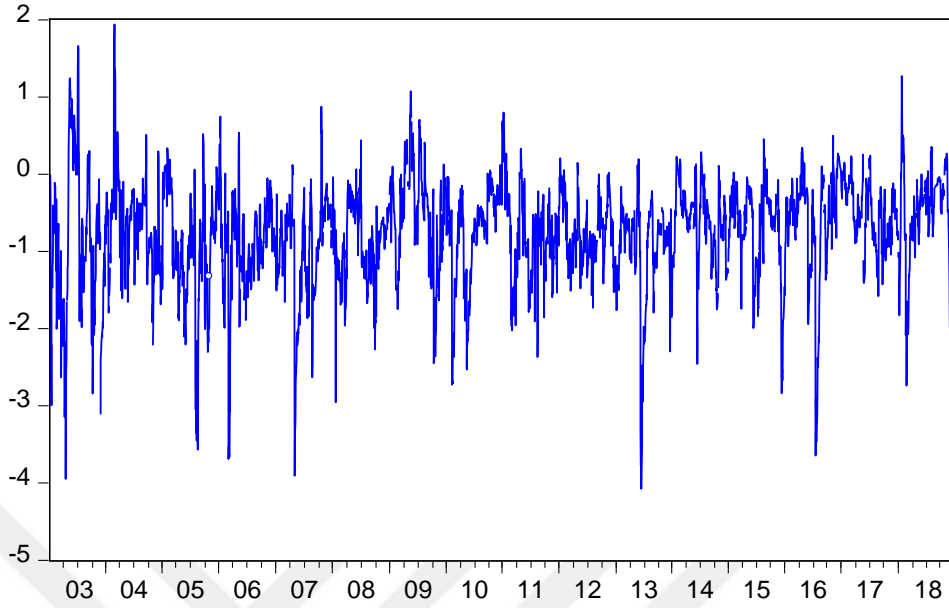
TICARETKURBETA



Grafik 4.17. Ticaret Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Ticaret sektörü, zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,64 ile döviz kuru değişimlerine en az duyarlı ikinci sektör olarak Taş Toprak ve İletişim sektörleri ile birlikte karşımıza çıkmıştır. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,46 değerine ulaşan betanın, -2,66 seviyelerine kadar düşerek sektörler arasında günlük verilerde en düşük üçüncü değeri aldığı gözlemlenmiştir.

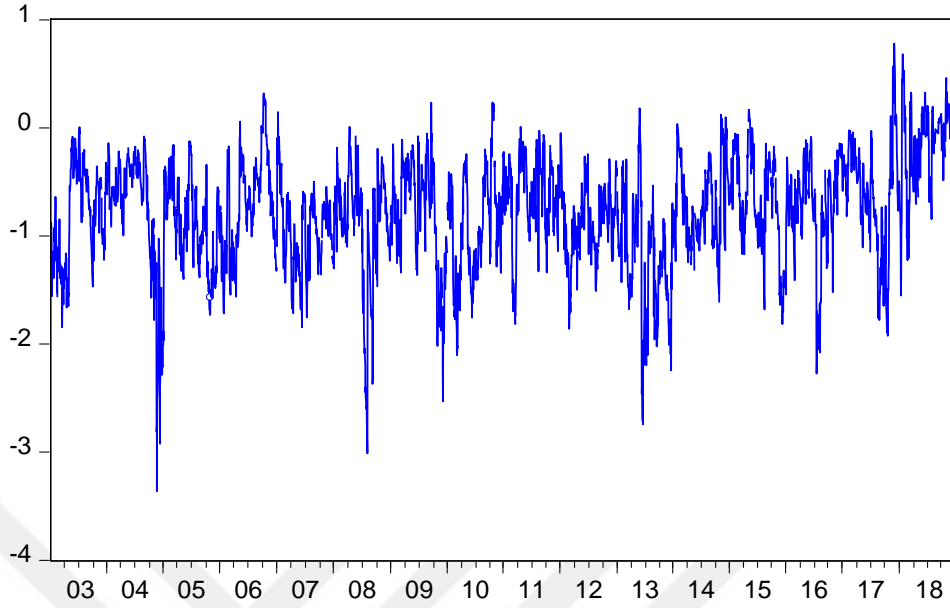
TURIZMKURBETA



Grafik 4.18. Turizm Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Turizm sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisi incelendiğinde ortalama değer $-0,76$ olarak gözlemlenmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde betanın $1,94$ seviyelerine kadar ulaşan beta değeri sektörler arasında gözlemlenen en yüksek beta değeri olarak tespit edilmiştir.

ULASTIRMAKURBETA



Grafik 4.19. Ulaştırma Sektörünün Zamanla Değişen Döviz Kuru Betası

Ulaştırma sektörünün zamanla değişen döviz kuru betası serisinin ortalama değeri -0,78 olarak elde edilmiştir. Dalgalanmanın yüksek olduğu dönemlerde 0,78 değerine ulaşan betanın -3,36 seviyelerine kadar düştüğü gözlenmiştir.

Tablo 4.1. Borsa İstanbul Ana ve Sektör Endekslerinin Beta Değerleri

	Ortalama	Maksimum	Minimum
BANKA KUR BETA	-1,095997	0,322552	-3,185781
BİLİŞİM KUR BETA	-0,784104	1,408635	-4,178156
BIST100 KUR BETA	-0,874901	0,273969	-2,897929
ELEKTRİK KUR BETA	-0,768321	1,607951	-4,155255
GIDA KUR BETA	-0,619626	0,759107	-3,191095
HİZMETLER KUR BETA	-0,650039	0,366556	-2,389714
HOLDİNG VE YATIRIM KUR BETA	-0,886217	0,312585	-2,871892
İLETİŞİM KUR BETA	-0,637479	0,711358	-2,536673
KİMYA PETROL PLASTİK KUR BETA	-0,678163	0,905609	-2,817424
METAL ANA KUR BETA	-0,767757	1,099113	-3,588881
METAL EŞYA MAKİNA KUR BETA	-0,796226	0,489305	-4,290505
ORMAN KAĞIT BASIM KUR BETA	-0,714189	0,757547	-3,556672
SİNAİ KUR BETA	-0,701111	0,402216	-3,383534
TAŞ TOPRAK KUR BETA	-0,642385	0,942061	-3,650188
TEKNOLOJİ KUR BETA	-0,788014	1,25012	-5,70243
TEKSTİL DERİ KUR BETA	-0,685118	0,836667	-3,641221
TİCARET KUR BETA	-0,640805	0,457954	-2,656708
TURİZM KUR BETA	-0,762528	1,939815	-4,07585
ULAŞTIRMA KUR BETA	-0,776845	0,77896	-3,360964

Endeksleri 2018 yıl sonu verileri ile incelediğimiz zaman Banka endeksinin 13, Bilişim endeksinin 16, Elektrik endeksinin 7, Gıda – İçecek endeksinin 21, Hizmetler endeksinin 62, Holding ve Yatırım endeksinin 37, İletişim endeksinin 2, Kimya Petrol Plastik endeksinin 27, Metal Ana endeksinin 18, Metal Eşya Makina endeksinin 29, Orman Kağıt Basım endeksinin 13, Sınai endeksinin 156, Taş Toprak endeksinin 27, Teknoloji endeksinin 17, Tekstil Deri endeksinin 14, Ticaret endeksinin 17, Turizm endeksinin 6, Ulaştırma endeksinin 8 ve BIST 100 endeksinin bilindiği üzere 100 hisse senedinden oluştuğu gözlemlenmiştir.



V. BÖLÜM

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tezimiz, Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinden oluşturulan sektörel bazda endekslerin zamanla değişen döviz kurundan ne seviyede ve ne şekilde etkilendiği sorularına cevap bulmaya yönelik bir araştırmadır. Kur riski ve hisse senedi fiyatları üzerinde yapılan araştırmalar genelde ülkeler bazında farklılıklar göstermektedir. Konuyla ilgili öncü olarak Adler ve Dumas (1984)'ın yaptığı çalışma gösterilebilir. Bu çalışmada Amerikan hisse senedi piyasalarında işlem gören firmaların döviz kuru riskine maruz kaldıkları belirtilmiştir. Ardından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ülkelere göre farklılık göstermekle beraber genel bulgular borsada işlem gören hisse senetlerinin döviz kurundaki değişimi fiyatladıkları yönündedir. Bizim tezimizdeki yaklaşımımız 2001 krizinden sonra ekonominin dengeye geldiği varsayılan 2003 yılından 2018 yılına kadar günlük nominal Amerikan Doları / Türk Lirası paritesinden ve Borsa İstanbul'da işlem gören firmaların sektörel bazda endekslerinden oluşan veri setini öncelikle GARCH – BEKK modeli ile inceleyerek endeks ve döviz kuru getirileri kovaryans serilerinin oluşturulması, ardından yine aynı model ile bulduğumuz nominal döviz kurununun zamanla değişen varyansının I-CAPM modelinde test edilmesi yönündedir. I-CAPM modelindeki dünya pazarının beklenen getirisi değişkeni çalışmamızda Amerikan Doları olarak ele alınmıştır.

Tezimizde incelenen onsekiz endeks ve Ulusal 100 endeksinin zamanla değişen döviz kuru beta serilerinin ortalama değerleri incelendiğinde döviz kurundaki değişime karşı duyarlılığı en yüksek sektör Bankacılık olarak karşımıza çıkmaktadır. Döviz kur değişimindeki duyarlılığı en yüksekten en düşüğe doğru sektörel bazda sırayla yazacak olursak Bankacılık sektörünün hemen ardından Holding ve Yatırım, Ulusal 100 endeksi, Metal Eşya Makina, Teknoloji, Bilişim, Ulaştırma, Elektrik, Metal Ana, Turizm, Orman Kağıt Basım, Sınai, Tekstil Deri, Kimya Petrol Plastik, Hizmetler,

Taş Toprak, Ticaret, İletişim sektörleri gelmekte olup, döviz kurundaki değişime duyarlılığı en düşük sektör olarak Gıda sektörü karşımıza çıkmaktadır.

Bankacılık sektörü döviz kur değişimine en duyarlı sektör olarak tespit edilmekle beraber uç değerler incelendiğinde anlık verilerde en düşük beta değerini veren sektör -5,70 ile teknoloji olarak gözlemlenmiştir. En düşük ikinci anlık uç değer -4,29 ile metal eşya makine, üçüncü anlık uç değer ise -4,18 ile bilişim sektörlerinde gözlemlenmiştir. En yüksek anlık uç beta değerleri ise 1,94 ile turizm, 1,61 ile elektrik, 1,41 ile bilişim sektörlerinde gözlemlenmiştir.

Beta değerlerinin gösterildiği Tablo 4.1.'de görüldüğü üzere endekslerin tamamının ortalama beta değerleri negatif olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuç bizlere Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin tamamının döviz kurundaki değişime duyarlı olduklarını ve döviz kurundaki artan değişimin hisse senedi fiyatları üzerinde değer kaybına yol açtığını göstermektedir. Beta değerlerinin maksimum ve minimum değerleri incelendiği zaman da pozitif en üst seviye değerlerinin negatif en alt seviye değerlerine kıyasla oldukça düşük oldukları bulgusu elde edilmiş olup, veri sonuçları Borsa İstanbul ana ve sektör endekslerinin döviz kurundaki değişim yönünün tersine güçlü bir hareket eğiliminde olduğu şeklinde değerlendirilebilir.

Tezimizde elde ettiğimiz temel sonuç, Borsa İstanbul'da işlem gören firmaların döviz kuru hassasiyetlerinin kayda değer olduğu ve nominal döviz kurundaki değişimlerin aksi yönünde değerlenme eğilimi gösterdiğidir. Bu durumun temel sebebi Türkiye'de nominal döviz kuru dalgalanmalarının temel ekonomik faaliyetlerin belirleyicilerinden birisi olması olabilir. Firmaların döviz açık pozisyonları arttıkça bu eğilimin daha da artması beklenebilir. Ulaştığımız bu sonucun etkin piyasalar hipotezi ile çelişip çelişmediği ilk olarak akla gelen soru olarak karşımıza çıkmaktadır. Etkin piyasalar hipotezi menkul kıymetler hakkındaki erişilebilir tüm mevcut bilgilerin piyasada anlık değerlendirildiği ve yatırımcıların bu bilgiler doğrultusunda aldığı anlık pozisyonlara göre menkul kıymetlerin fiyatlarına yansıdığı yönündedir. Eğer döviz kurunda bir değişim gerçekleşiyor ise bu değişimin firmaların döviz açık pozisyonlarına göre hisse senedi değerlerini ve ihracat / ithalat rakamları ile ihracatın ne kadarının ithalata bağlı olduğu verilerinden yola çıkılarak firma değerini ne şekilde etkileyeceğine dair öngörülerde bulunulabilir. Döviz açık pozisyonları arttıkça, artan döviz kuru

karşısında hisse senedi değerlerindeki düşüşün de artacağı yönündeki yaklaşımı etkin piyasalar teoremini desteklemektedir.

Bu tez konu üzerine ileride yapılacak çalışmalar için, firma bazında döviz kuru risklerinin ele alınması gerekliliğini göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Adler, Michael ve Dumas, Bernard (1984). "Exposure to Currency Risk: Definition and Measurement". *Financial Management (13)* 2 :41-50.
- Alexander, Carol (2008). *Market Risk Analysis, Practical Financial Econometrics*. Vol. 2. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Amenc, Noel ve Le Sourd, Veronique (2003). *Portfolio Theory and Performance Analysis*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Anshul, Jain ve Biswal, P.C. (2016). "Dynamic Linkages Among Oil Price ,Gold Price, Exchange Rate and Stock Market In India". *Resources Policy (49)*: 179 – 185.
- Baur, Dirk (2006). "A Flexible Dynamic Correlation Model" *Advances In Econometrics Volume 20 Econometric Analysis Of Financial And Economic Time Series – Part A* Ed. D. Terrell, T. B. Fomby. Oxford: Elsevier Ltd.: 3-31.
- Berk, Jonathan., DeMarzo, Peter ve Harford, Jarrad (2011). *Fundamentals Of Corporate Finance*. II. Edition. Prentice Hall Pearson Education.
- Black, Fischer (1989). "Universal Hedging: Optimizing Currency Risk and Reward in International Equity Portfolios". *Financial Analysts Journal (45)* 4: 16 – 22.
- Bodie, Zvi., Kane, Alex ve Marcus, Alan J. (2007). *Essentials Of Investments*. VII. Edition. New York: McGraw-Hill Irwin.
- Bollerslev, Tim (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of Economics (31)*: 307-327.

- Bollerslev, Tim (1990). “Modelling The Coherence In Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model”. *The Review Of Economics and Statistics* (72): 498-505.
- Brealey, Richard A., Myers, Stewart C ve Marcus, Alan J. (2001). *Fundamentals Of Corporate Finance*. III. Edition. McGraw – Hill.
- Brooks, Chris (2008). *Introductory Econometrics For Finance*. II. Edition. Cambridge University Press.
- Buckley, Adrian (2004). *Multinational Finance*. V. Edition. Pearson Education Limited.
- Chiang, Thomas C., Yang, Sheng Y ve Wang, Tse S. (2000). “Stock Return and Exchange Rate Risk: Evidence From Asian Stock Markets Based On a Bivariate GARCH Model”. *International Journal of Business* 5(2): 97 – 117.
- Cryer, Jonathan D. ve Chan, Kung-Sik (2008). *Time Series Analysis With Applications In R*. II. Edition. New York: Springer.
- DeFusco, Richard A., McLeavey, Dennis W., Pinto, Jerald E. ve Runkle, David A. (2007). *CFA Institute Investment Series Quantitative Investment Analysis*. II. Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- De Santis, Giorgio ve Gérard, Bruno (1998). “How Big Is The Premium For Currency Risk?”. *Journal of Financial Economics* (49): 375 – 412.
- Dominguez, Kathryn M. E ve Tesar, Linda L. (2006). “Exchange Rate Exposure”. *Journal of International Economics* (68): 188 – 218.
- Dorsey, Alan H. (2007). *Active Alpha, A Portfolio Approach To Selecting And Managing Alternative Investments*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Dumas, Bernard ve Solnik, Bruno. (1995). “The World Price of Foreign Exchange Risk”. *The Journal of Finance* (50) 2: 445 – 479.

- Ehrhardt, Michael C. ve Brigham, Eugene F. (2010). *Corporate Finance. A Focused Approach*. South-Western CENGAGE Learning.
- Elhendawy, Emad Omar. (2017). “Stock Prices And Exchange Rate Dynamics: Empirical Evidence From Egypt”. *International Journal of Economics, Commerce and Management* : 29-43.
- Engle, Robert F. (1982). “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation”. *Econometrica* (50) : 987 - 1008.
- Engle, Robert F. ve Kroner, Kenneth F. (1995). “Multivariate Simultaneous Generalized Arch “. *Econometric Theory* (11)1: 122-150.
- Fan, Ming ve Dong, Meng Meng. (2017). “Volatility of China Shanghai Stock Price - Exchange Rate”. *3rd Asia Pacific Conference on Contemporary Research Kuala Lumpur, Malaysia*.
- Fabozzi, Frank J. ve Markowitz, Harry M. (2002). *The theory and Practice of Investment Management*. John Wiley & Sons Ltd.
- Francq, Christian ve Zakoian, Jean-Michel. (2010). *GARCH Models. Structure, Statistical Inference And Financial Applications*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Giovanni, Alberto ve Jorion, Philippe. (1989). “The Time Variation of Risk And Return In The Foreign Exchange And Stock Markets”. *The Journal of Finance* (44)2: 307 – 325.
- Gujarati, Damodar N. (2004). *Basic Econometrics IV. Edition*. New York: McGraw – Hill.
- Hassanain, Khalifa. (2017). “Stock Prices and Real Exchange Rate Movements In The Gulf Cooperation Council”. *International Journal of Economics And Financial Issues* 7(1): 92 – 96.

- Jorion, Philippe. (1990). "The Exchange – Rate Exposure of U.S. Multinationals". *The Journal of Business* (63)3: 331 – 345.
- Jorion, Philippe. (1991). "The Pricing of Exchange Rate Risk In The Stock Market". *The Journal of Financial and Quantitative Analysis* (26)3: 363 – 376.
- Kirchgässner, Gebhard ve Wolters, Jürgen (2007). *Introduction To Modern Time Series Analysis*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Kroll, Y., Levy, H. ve Markowitz, H.M. (1984). "Mean – Variance Versus Direct Utility Maximization". *The Journal of Finance* (39) 1: 47 – 61.
- Levi, Maurice D. (2009). *International Finance 5th Edition*. Routledge Taylor & Francis Group London & New York.
- Levy, H. ve Levy, M. (2004). "Prospect Theory And Mean – Variance Analysis". *The Review of Financial Studies* (17) 4: 1015 – 1041.
- Levy H. ve Markowitz H.M. (1979). "Approximating Expected Utility By A Function of Mean and Variance". *The American Economic Review* (69)3: 308 – 317.
- Madura, Jeff. ve Fox, Roland. (2007). *International Financial Management*. Thomson Learning.
- Markowitz, Harry M. (1959). *Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Newbold, Paul., Carlson, William L. ve Thorne, Betty M. (2013). *Statistics For Business And Econometrics*. VIII. Edition Global. Harlow Essex: Pearson Education Limited.
- Parrino, Robert., Kidwell, David S. ve Bates, Thomas W. (2012). *Fundamentals Of Corporate Finance*. II. Edition John Wiley & Sons. Inc.
- Porrás, Eva R. (2017). *Bubbles And Contagion In Financial Markets. Volume 2: Models And Mathematics*. Palgrave Macmillan.

- Reilly, Frank K. ve Brown, Keith C. (2011). *Investment Analysis And Portfolio Management X*. Edition. Mason, Ohio: South-Western, Cengage Learning.
- Roll, R. (July 1988). “ R^2 ”, *The Journal of Finance* (43)(3): 541 – 566.
- Ross, Stephen A., Westerfield, Randolph W. ve Jaffe, Jeffrey. (2008). *Corporate Finance VIII*. Edition. New York: McGraw – Hill Irwin.
- Ross, Stephen A., Westerfield, Randolph W. ve Jaffe, Jeffrey. (2013). *Corporate Finance X*. Edition. New York: McGraw – Hill Irwin.
- Sharpe, William F. (1963). “A Simplified Model for Portfolio Analysis”. *Management Science* (9)2: 277 – 293.
- Sharpe, William F. (1964). “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk”. *The Journal of Finance* (19)3: 425 - 442.
- Sharpe, William F., Alexander, Gordon J. ve Bailey, Jeffery V. (1998). *Investments*. VI. Edition. New Jersey: PrenticeHall.
- Sharpe, William F. (2007). *Investors and Markets*. New Jersey: Princeton University Press
- Solnik, Bruno H. (1974). “An Equilibrium Model of The International Capital Market”. *Journal of Economic Theory* 8: 500 – 524.
- Tsay, Ruey S. (2002). *Analysis Of Financial Time Series, Financial Econometrics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Vernimmen, P., Quiry, P., Le Fur, Y., Dallacchio, M. ve Salvi, A. (2005). *Corporate Finance Theory And Practice*. John Wiley & Sons Ltd.
- Watson, Denzil ve Head, Antony. (2010). *Corporate Finance, Principles & Practice*. V. Edition. Harlow Essex: Pearson Education Limited.

Yoshi, Baba., Engle, Robert F., Kraft, Dennis F. ve Kroner, Kenneth F. (1991).
“Multivariate Simultaneous Generalized ARCH”. *Unpublished manuscript*
Department of Economics, University of California, San Diego, CA.

Zhao, Hua. (2010). “Dynamic Relationship Between Exchange Rate and Stock Price:
Evidence From China”. *Research in International Business and Finance* 24: 103
– 112.

