

**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT BİLİM DALI**

**TÜREV PİYASALARIN HİSSE SENEDİ PİYASALARI
OYNAKLIĞINA VE İSTİKRARINA ETKİLERİ: BİST 30
ÖRNEĞİ**

Süleyman GÜRBÜZ

DOKTORA TEZİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Ahmet ŞAHBAZ**

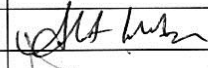
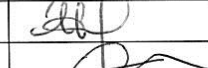
KONYA-2018

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
---	--	--

DOKTORA TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	SÜLEYMAN GÜRBÜZ
	Numarası	138109013031
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İKTİSAT
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	DOÇ. DR. AHMET ŞAHBAZ
	Tezin Adı	TÜREV PİYASALARIN HİSSE SENEDİ PİYASALARI OYNAKLIĞINA VE İSTİKRARINA ETKİLERİ: BİST 30 ÖRNEĞİ

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “Türev Piyasaların Hisse Senedi Piyasaları Oynaklığına ve İstikrarına Etkileri: BİST 30 Örneği” başlıklı bu çalışma 26/06/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sıra No	Danışman ve Üyeler		
	Unvanı	Adı ve Soyadı	İmza
1	Doç. Dr.	Ahmet ŞAHBAZ	
2	Prof. Dr.	Tahsin KARABULUT	
3	Doç. Dr.	Ceyhan Can ÖZCAN	
4	Prof. Dr.	Mehmet MUCUK	
5	Dr. Öğr. Üyesi	Savaş ERDOĞAN	

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Süleyman GÜRBÜZ		
	Numarası	138109013031		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İktisat/İktisat		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora	X	
	Tezin Adı	Türev Piyasaların Hisse Senedi Piyasaları Oynaklığına ve İstikrarına Etkileri: BİST 30 Örneği		

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Süleyman GÜRBÜZ

ÖZET

Öğrencinin	Adı Soyadı	Süleyman GÜRBÜZ		
	Numarası	138109013031		
	Ana Bilim /Bilim Dalı	İktisat/İktisat		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora	X	
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ŞAHBAZ		
	Tezin Adı	Türev Piyasaların Hisse Senedi Piyasaları Oynaklığına ve İstikrarına Etkileri: BİST 30 Örneği		

Finansal piyasalarda birçok enstrüman işlem görmektedir. Bu enstrümanlardan en bilineni hisse senetleridir. Göreceli olarak daha yeni yeni popüler olmaya başlayan türev ürünler ise hisse senetlerine göre daha kapsamlı enstrümanlardandır. Hisse senetleri, vadeli işlem piyasalarında sözleşmeye konu olan varlıklar arasında gösterilebilir. Böyle bir durumda da, iki piyasa arasında bir etkileşimin olması kaçınılmaz görünmektedir. Literatürde yer alan çalışmaların büyük bir kısmı, hisse senedi endekslerinin türev piyasalarda işlem görmeye başlaması ile oynaklıklarının azaldığını göstermektedir. Bunun tam tersi sonuçlara ulaşan çalışmalar olduğu gibi iki piyasa arasında anlamlı bir etkileşimin tespit edilemediğini söyleyenler de vardır.

Bu çalışmanın amacı, türev piyasa işlemleri ile hisse senedi endeksleri arasında oynaklık yayılma etkisinin olup olmadığını çok değişkenli GARCH modelleri ile analiz etmektir. Bu amaçla, 05/01/2007-27/09/2017 tarihleri arasında kapsayan günlük verilerle BİST30 endeksi ve BİST30 endeks vadeli işlem sözleşmeleri değişkenleri kullanılarak DVECH yöntemi uygulanmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada zaman serilerinin frekans boyutunda da incelenmesini mümkün kılan Dalgacıklar yönteminden de yararlanılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre, ortalama denklemi bazı frekanslarda pozitif etkiye sahipken bazı frekanslarda ise anlamlı bir sonuç vermemektedir. Oynaklık yayılma etkisine bakıldığında ise, tüm seriyi kapsayan frekans haricinde genelde türev piyasadan hisse senedi piyasalarına doğru oynaklık yayılma etkisi vardır. Frekans yükseldikçe, GARCH etkisinin azaldığı, ARCH etkisinin ise arttığı gözlemlenmiştir.

ABSTRACT

Author's	Name and Surname	Süleyman GÜRBÜZ		
	Student Number	138109013031		
	Department	Economics		
	Study Programme	Master's Degree (M.A.)		
		Doctoral Degree (Ph.D.)	X	
	Supervisor	Doç. Dr. Ahmet ŞAHBAZ		
	Title of the Thesis/Dissertation	Impact of Derivative Markets on Stock Market Volatility and Stability: Case of BIST 30		

Many instruments are traded on the financial markets. The stock is the most well-known instrument among those. The derivatives which are beginning to become more popular recently, are more comprehensive than stocks. Stocks can be shown among the assets which are subject to contracts in futures markets. In such a situation, it seems an inevitable interaction to occur between these two markets. Most of the studies in the related literature which present results claiming that stock index volatility decreases when stocks are traded in derivative markets. There are many studies which oppose this claim and there are also other studies claiming that there are no meaningful interactions between these two markets.

The purpose of this study is to analyze whether there is “Volatility Spreading Effect” between derivative market operations and stock indexes, as using multivariate GARCH models. For this purpose, the DVECH method was applied by using the variables of daily BIST30 index and BIST30 index futures contracts between the term 05.01.2007 – 27.09.2017. Unlike the other studies related, this study additionally uses the “Wavelets Method” which makes it possible to examine the time series in the frequency dimension.

According to the results, the mean equation has a positive effect on some frequencies and does not give meaningful results on some other frequencies. When we look at the volatility spread effect, there is a general volatility spread effect from the derivative market to the stock market, except for the frequency covering all the series. It has been observed that as the frequency increases, the GARCH effect decreases and the ARCH effect increases.

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Hisse senetlerinin taraflara faydaları.	10
Çizelge 1.2. Türev piyasaların faydaları ve riskleri.	13
Çizelge 1.3. Alım opsiyonunda taraflar arasındaki farklılıklar.	26
Çizelge 1.4. Opsiyon sözleşmelerinde kar ve zarar durumu.	28
Çizelge 5.1. Türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını azalttığı sonucuna ulaşan çalışmalar.	115
Çizelge 5.2. Türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını artırdığı sonucuna ulaşan çalışmalar.	117
Çizelge 5.3. Türev piyasa işlemleri ile spot piyasa oynaklığı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşan çalışmalar.	119
Çizelge 5.4. Orijinal seriler için betimleyici istatistikler.	123
Çizelge 5.5. Orijinal seriler için ADF birim kök testi sonuçları.	125
Çizelge 5.6. Otokorelasyon testi sonuçları.	126
Çizelge 5.7. ARCH-LM testi sonuçları.	127
Çizelge 5.8. Zaman - frekans bantları.	128
Çizelge 5.9. Dalgacıklar için betimleyici istatistikler.	131
Çizelge 5.10. BİST30 serisi için ADF birim kök testi sonuçları.	132
Çizelge 5.11. BİST30F dalgacıklar için ADF birim kök testi.	133
Çizelge 5.12. BİST30 dalgacıklar için ARCH-LM testi.	134
Çizelge 5.13. BİST30F dalgacıklar için ARCH-LM testi.	135
Çizelge 5.14. Orijinal seri DVECH sonuçları.	140
Çizelge 5.15. D1 DVECH sonuçları.	141
Çizelge 5.16. D2 DVECH sonuçları.	143
Çizelge 5.17. D3 DVECH sonuçları.	144
Çizelge 5.18. D4 DVECH sonuçları.	145
Çizelge 5.19. D5 DVECH sonuçları.	146
Çizelge 5.20. D6 DVECH sonuçları.	147
Çizelge 5.21. D7 DVECH sonuçları.	148
Çizelge 5.22. D8 DVECH sonuçları.	150
Çizelge 5.23. D9 DVECH sonuçları.	151
Çizelge 5.24. D10 DVECH sonuçları.	152
Çizelge 5.25. D11 DVECH sonuçları.	154
Çizelge 5.26. A1 DVECH sonuçları.	155

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Normal ve ters piyasa.	47
Şekil 4.1. $x(t)$ sinyali için yapılmış KFD.	91
Şekil 4.2. Dalga ve dalgacık.	92
Şekil 4.3. Dönüşümlerin karşılaştırılması.	93
Şekil 4.4. Sinyalin bileşenlerine ayrılması.	101
Şekil 4.5. MODWT dönüşümü ve MODWT'nin ters dönüşümü.	104
Şekil 4.6. Haar dalgacığında dalgacık ve ölçekleme fonksiyonları.	106
Şekil 4.7. Daubechies dalgacığı.	108
Şekil 4.8. Symlet dalgacıkları.	109
Şekil 4.9. Coiflet dalgacıkları.	110
Şekil 5.1. BİST30 ve BİST30F serilerine ait grafikler.	124
Şekil 5.2. BİST30 serisine ait dalgacıkların grafiği.	129
Şekil 5.3. BİST30F serisine ait dalgacıkların grafiği.	130
Şekil 5.4. Dalgacıklar arasındaki korelasyon.	136

İÇİNDEKİLER

DOKTORA TEZİ KABUL FORMU	I
BİLİMSEL ETİK SAYFASI	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ÇİZELGELER	V
ŞEKİLLER	VI
İÇİNDEKİLER	VII
KISALTMALAR.....	XI
ÖNSÖZ	XII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TÜREV VE HİSSE SENEDİ PİYASALARI

1.1. Hisse Senedi (Pay) Piyasası	5
1.1.1. Hisse Senedi Türleri.....	7
1.1.1.1. Adi/İmtiyazlı Hisse Senetleri	8
1.1.1.2. Nama/Hamiline Yazılı Hisse Senetleri.....	8
1.1.1.3. Bedelli/Bedelsiz Hisse Senetleri.....	8
1.1.1.4. Primli/Primsiz Hisse Senetleri.....	9
1.1.1.5. Kurucu/İntifa Hisse Senetleri	9
1.1.2. Hisse Senetlerinin Taraflara Faydaları	9
1.2. Türev Piyasalar.....	10
1.2.1. Türev Piyasaların Kullanım Amacı	11
1.2.1.1. Fiyat Düzeyini Belirlemek	11
1.2.1.2. Risklerden Korunmak (Hedge).....	12
1.2.1.3. Kazanç Sağlamak	12
1.2.2. Türev Piyasaların Faydaları ve Riskleri.....	13
1.3. Türev Ürünler	14
1.3.1. Forward Sözleşmeleri (Alivre).....	14
1.3.2. Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri	15
1.3.2.1. Futures (Vadeli İşlem) Piyasalarının İşleyişi	18
1.3.2.2. Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Türleri.....	19
1.3.2.2.1. Döviz Dayalı Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri.....	20
1.3.2.2.2. Faiz Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri.....	21
1.3.2.2.3. Endeks Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri.....	21
1.3.2.2.4. Emtia Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri	22
1.3.3. Opsiyon Sözleşmeleri.....	23
1.3.3.1. Opsiyon Sözleşmeleri İle İlgili Temel Kavramlar.....	24
1.3.3.2. Opsiyon Sözleşmesi Tipleri.....	24
1.3.3.3. Opsiyon Sözleşmesi Çeşitleri	25
1.3.3.3.1. Alım (Call) Opsiyonu.....	25
1.3.3.3.2. Satım (Put) Opsiyonu.....	25
1.3.3.3.3. Alım ve Satım Opsiyonlarının Alıcı ve Satıcı Açısından Farklılıkları	26

1.3.3.4. Opsiyon Sözleşmelerinin İşleyişi	26
1.3.4. SWAP Sözleşmeleri	28
1.3.4.1. SWAP Çeşitleri	30
1.3.4.1.1. Faiz Swapları.....	30
1.3.4.1.2. Para Swapları	31
1.4. Türkiye’de Borsaların ve Türev Piyasaların Gelişimi	31

İKİNCİ BÖLÜM

FINANSAL PİYASALAR VE PİYASA ETKİNLİĞİ

2.1. Piyasa Etkinliğini Test Eden Modeller	37
2.1.1. Beklenen Getiri ya da Adil Oyun Modelleri.....	37
2.1.2. Submartingale Modeli.....	38
2.1.3. Rassal Yürüyüş (Random Walk) Modeli.....	38
2.2. Etkin Piyasa Hipotezinde Bilgisel Etkinlik Türleri.....	39
2.2.1. Zayıf Formda Piyasa Etkinliği.....	39
2.2.2. Yarı Güçlü Formda Piyasa Etkinliği.....	40
2.2.3. Güçlü Formda Piyasa Etkinliği.....	40
2.3. Piyasa Etkinliğini Bozan Anomaliler.....	41
2.3.1. Düşük Fiyatlı Hisse Senedi Anomalisi	41
2.3.2. Fiyat-Kazanç Oranı Anomalisi	41
2.3.3. Fiyat-Satış Oranı Anomalisi	42
2.3.4. Pazar Değeri-Defter Değeri Anomalisi.....	42
2.3.5. Haftanın Günleri Etkisi.....	42
2.3.6. Ocak Ayı Anomalisi	43
2.3.7. Ay İçi Anomalisi.....	43
2.3.8. Tatil Öncesi Anomalisi	43
2.3.9. İş Döngüsü Anomalisi	43
2.3.10. Firma Büyüklüğü Anomalisi	44
2.3.11. İhmal Edilmiş Firma Anomalisi	44
2.3.12. Hisse Bölünmesi ya da Bedelsiz Hisse Senedi Anomalisi	44
2.4. Spot ve Türev Piyasalarda Fiyat Oluşumunu Açıklayan Modeller.....	44
2.4.1. Beklentiler Hipotezi.....	44
2.4.2. Taşıma Maliyetleri Hipotezi	45
2.4.2.1. Normal Piyasa (Contango) ve Ters Piyasa (Backwardation) Hipotezi.....	46
2.4.3. Opsiyon Sözleşmelerinde Fiyatlandırma Modelleri	47
2.4.3.1. Opsiyon Fiyatlarını Etkileyen Unsurlar.....	48
2.4.3.1.1. Opsiyon Sözleşmesine Konu Olan Varlığın Fiyatı.....	48
2.4.3.1.2. Anlaşma (Kullanım) Fiyatı	48
2.4.3.1.3. Opsiyon Sözleşmesinin Vadesine Kalan Zaman	49
2.4.3.1.4. Sözleşmeye Konu Olan Varlığın Fiyatının Oynaklığı.....	49
2.4.3.1.5. Risksiz Faiz Oranı.....	49
2.4.3.1.6. Varlığın Kar Payı.....	49
2.4.3.2. Black - Scholes Modeli	49
2.4.3.3. Opsiyon Priminin Duyarlılığı	51
2.4.3.3.1. Delta.....	51
2.4.3.3.2. Gamma.....	52
2.4.3.3.3. Theta	53

2.4.3.3.4. Vega.....	53
2.4.3.3.5. Lambda	54
2.4.3.3.6. Rho.....	54
2.4.3.4. Binomial Opsiyon Fiyatlama Modeli	54

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

OYNAKLIK KAVRAMI VE FİNANSAL PİYASALAR AÇISINDAN ÖNEMİ

3.1. Oynaklık Kavramı ve Nedenleri	58
3.2. Oynaklığın Belirleyicileri.....	60
3.2.1. Pozitif Otokorelasyon Sorunu.....	60
3.2.2. İşlem Günleri Etkisi	61
3.2.3. Resesyonlar ve Finansal Krizler	61
3.2.4. Nominal Faiz Oranları	61
3.2.5. Kaldıraç Etkisi	62
3.3. Oynaklık Yayılma Etkisi.....	62
3.4. Oynaklığın Ölçülmesi	63
3.4.1. Tarihsel Oynaklık	64
3.4.2. Zımnî Oynaklık Modelleri	66
3.4.3. Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli (EWMA)	67
3.4.4. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA).....	68
3.4.4.1. Otoregresif Modeller (AR).....	68
3.4.4.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)	69
3.4.4.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA p,q).....	69
3.4.5. Otoregresif Birleşik Hareketli Ortalama Modelleri (ARIMA)	70
3.4.6. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modelleri.....	72
3.4.7. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modelleri	75
3.4.8. Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) Modelleri	77
3.4.9. Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (TGARCH) Modelleri	78
3.4.10. GJR Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GJR-GARCH) Modelleri	79
3.4.11. Birleşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (IGARCH) Modelleri	80
3.4.12. Çok Değişkenli (Multivariate) GARCH Modelleri	80
3.4.12.1. VECH-GARCH ve DVECH-GARCH Modelleri	81
3.4.12.2. BEKK-GARCH Modeli	84

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DALGACIK (WAVELET) TEORİSİ

4.1. Fourier Analizi	86
4.1.1. Fourier Serilerinin Özellikleri.....	89
4.2. Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü (KFD)	89
4.3. Dalgacık Teorisi	91
4.3.1. Sürekli Dalgacık Dönüşümü	95
4.3.2. Kesikli Dalgacık Dönüşümü	97
4.3.3. Azami Çakışık Kesikli Dalgacık Dönüşümü (MODWT).....	102
4.3.4. Dalgacık Ailesi	104

4.3.4.1.	Haar Dalgacığı	105
4.3.4.2.	Daubechies Dalgacığı	106
4.3.4.3.	Symlet Dalgacığı	109
4.3.4.4.	Coiflet Dalgacığı	110
4.3.5.	Dalgacık Teorisinin Ekonomi ve Finans Alanında Kullanımı.....	111

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜREV PİYASALARIN SPOT PİYASA OYNAKLIĞINA VE İSTİKRARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

5.1. Literatür Taraması	114
5.1.1. Dünya’da Türev Piyasa ile Spot Piyasalar Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	114
5.1.2. Türkiye’de Türev Piyasa ile Spot Piyasalar Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar.....	121
5.1.3.Oynaklık Yayılma Etkisini İnceleyen Çalışmalar	121
5.2. Data ve Analiz Yöntemi	122
5.3. Orijinal Seriler İçin Betimleyici İstatistikler.....	123
5.4. Dalgacıklara Ayrılmış Seriler İçin Betimleyici İstatistikler.....	127
5.5. Türev ve Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Oynaklık Yayılma Etkisi ..	136
5.6. Analiz Sonuçları.....	139
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	157
KAYNAKÇA	162
EKLER	179
ÖZGEÇMİŞ	181

KISALTMALAR

ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
BİST	: Borsa İstanbul
VIOP	: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
VOB	: İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
SPK	: Sermaye Piyasası Kurulu
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
NYSE	: New York Stock Exchange
EWMA	: Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama
ARCH	: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GARCH	: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
EGARCH	: Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
TGARCH	: Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GJR-GARCH	: GJR- Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
IGARCH	: Birleşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
DVECH	: Köşegen VECH Modeli
KFD	: Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü
CWT	: Sürekli Dalgacık Dönüşümü
DWT	: Kesikli Dalgacık Dönüşümü
MODWT	: Azami Çakışık Kesikli Dalgacık Dönüşümü
Db	: Daubechies Dalgacığı
Sym	: Symlet Dalgacığı
Coif	: Coiflet Dalgacığı
dx	: Detay Dalgacığı
a1	: Yaklaşım Dalgacığı
TWSE	: Taiwan Stock Exchange
MODWT	: Azami Çakışık Kesikli Dalgacık Dönüşümü
BRICS	: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Ekonomileri
S&P	: Standard & Poor's
MICEX	: Moscow Stock Exchange
FTSE	: The Financial Times Stock Exchange
BSE	: Bombay Stock Exchange
HSI	: Hang Seng Index
KOSPI	: The Korea Composite Stock Price Index
NCDEX	: National Commodity and Derivatives Exchange
SVM	: Stochastic Volatility Model

ÖNSÖZ

Bu tezin her aşamasında, desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Ahmet ŞAHBAZ'a, tez izleme komitesinde yer alıp yapıcı eleştirileriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Tahsin KARABULUT ve Doç. Dr. Ceyhun Can Özcan'a, tez savunma jürisinde yer alıp değerli görüşleri ile tezin zenginleştirilmesinde önemli rol oynayan Prof. Dr. Mehmet MUCUK ve Dr. Öğr. Üyesi Savaş ERDOĞAN'a, tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde bana her türlü desteği sunan Doç. Dr. Selim KAYHAN'a, Bozok Üniversitesinden değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi İbrahim DOĞAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra GAZEL'e teşekkürü borç bilirim.

Bu günlere ulaşmamda büyük emeği olan aileme, tez yazım sürecinde maddi ve manevi desteğini bir an olsun esirgemeyen eşim Fatma Bolattaş GÜRBÜZ'e ve minicik elleriyle umudumu her zaman diri tutan kızım Beyza'ya da ayrıca teşekkür ederim.

Süleyman GÜRBÜZ

GİRİŞ

Finansal piyasalar, sermayeye ihtiyaç duyan ve sermaye sahibi olan tarafları bir araya getirmektedir. Uzun yıllardır birçok farklı enstrümanla bu sermaye aktarım mekanizması işlemektedir. Hisse senedi piyasası, bu enstrümanlardan en yaygın olarak kullanılanıdır. Türev ürünler ise, esasında çok uzun zamandır kullanılmasına rağmen, organize piyasalarda işlem görmesi son yüzyılı bulmuştur. Türkiye'de finansal sistemin tam olarak işlemeye başlaması ise 1990'lı yılları bulmuştur. Türkiye'de bu kadar geç kalınmasına rağmen, finansal sistemin gelişimi ve uluslararası piyasalara adaptasyonu çok hızlı olmuştur.

Türkiye'de türev ürünler ilk olarak 2000'li yıllardan sonra İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında işlem görmeye başlamıştır. Daha sonra Borsa İstanbul bünyesinde işlem görmeye devam etmiştir. Vadeli işlemler, Türkiye'de henüz yeterli derinliğe ulaşamamış olsa da gelecek dönemlerde çok daha popüler olacağı değerlendirilmektedir.

Türev işlemlere konu olan birçok varlık bulunmaktadır. Döviz, faiz, emtia ve endeks bunlardan en sık kullanılanlarıdır. Çalışmaya dayanak oluşturan varlık ise endekstir. Hisse senedi endeksleri bu piyasalarda işlem görebilmektedir. Türkiye'de BİST30 endeksi vadeli işlem sözleşmelerinde yer almaktadır. Yatırımcılar, riskten korunmak, kazanç sağlamak gibi nedenlerle vadeli işlem sözleşmelerini tercih etmektedirler. Hisse senedi endeksinin uzun vadede değer kazanacağını düşünen birisi daha düşük bir bedelle vadeli işlem sözleşmesine taraf olmaktadır. Endeksin düşeceğini düşünen diğer yatırımcı da endeksi satarak vadeli işlem sözleşmesinin tarafı olmaktadır.

Genel olarak ifade etmek gerekirse, literatürde hisse senedi ve türev piyasalara yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Endekslerin türev piyasada işlem görmeye başlamasıyla birlikte getirilerinde, oynaklıklarında herhangi bir değişiklik olmuş mu, olmamış mı konusu sıklıkla incelenen husus olmuştur. Endekslerin türev piyasada işlem görmeye başlaması ile spot piyasada oynaklığının azaldığını ifade eden çalışmalar, türev ürünlerin spot piyasada fiyat belirleyici bir rol üstlendirdiğini

ve spot piyasalarda fiyatın daha istikrarlı seyretmesine yardım ettiğini öne sürmektedirler. Endekslerin türev piyasada işlem görmeye başlaması ile spot piyasada oynaklığının arttığını ifade eden çalışmalar ise, piyasa hakkında çok fazla bilgisi olmayan yatırımcıların fiyat istikrarını bozduğunu öne sürmektedirler.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören BİST30 endeksinin, vadeli işlem piyasasında işlem görmesinin etkileri ele alınmaktadır. Daha net ifade edilecek olursa, endeks vadeli işlem sözleşmesinden BİST30 endeksine doğru oynaklık yayılma etkisi ele alınmaktadır. Bu amaçla çok değişkenli GARCH yöntemlerinden DVECH modeli kullanılacaktır. Çalışmaya esas özgünlük katan husus ise, serilerin frekanslarını da incelemeye olanak sağlayan Dalgacıklar yönteminin kullanılacak olmasıdır. Dalgacıklar yöntemi, serilerin en kısa frekansından en uzun frekansına kadar karakterlerini ayrı ayrı incelemeyi sağlamaktadır. İlgili literatürde, hisse senedi endeksi futures sözleşmeleri ile hisse senedi endeksi arasında oynaklık yayılma etkisini dalgacıklar yöntemi ile inceleyen çalışmaların olmaması, iki piyasa arasındaki ilişkiyi incelemede eksik noktaların olabileceğini düşündürmektedir. Bunun yanında, Türkiye'de türev işlemler ile spot piyasa işlemleri arasındaki oynaklık yayılma etkisini inceleyen herhangi bir çalışmanın da olmaması, bu tez çalışması için teşvik olmuştur. Yapılan çalışma sonucunda, türev işlemler ile spot piyasalar arasındaki oynaklık yayılma etkisinin frekans bazlı incelenmiş olması, ilerleyen zamanlarda yapılabilecek çalışmalar için temel teşkil edecektir. Buna ek olarak, ilgili literatürün zenginleştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışmanın temelini teşkil etmesi sebebiyle hisse senedi piyasaları ve türev piyasalar kavramı ele alınmıştır. Türev piyasaların işleyişini daha açık görebilmek için de türev ürünler tek tek ve ayrıntılarıyla birlikte açıklanmaktadır. İlk olarak Forward piyasaları, daha sonra futures piyasaları ve işleyişi, opsiyon sözleşmeleri ve işleyişi ve son olarak ta SWAP sözleşmeleri açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, piyasa etkinliği ve piyasa etkinlinin çeşitleri öncelikli olarak ele alınmaktadır. Daha sonra, piyasa etkinliğini bozan anomalilerden

bahsedilmiştir. Yine bu bölüm içerisinde, spot piyasalarda ve türev piyasalarda fiyat oluşumlarını açıklamaya yardımcı olan bazı modeller incelenmektedir.

Üçüncü bölüm, oynaklık kavramını, nedenlerini ve nasıl ölçüldüğünü ortaya koymayı amaçlamaktadır. “Oynaklık nedir?”, “neden ortaya çıkar?”, “piyasalar arasında oynaklık etkileşimi var mıdır?” ve “oynaklık nasıl ölçülür?” sorularına yanıt aranmıştır. Çalışmada kullanılacak olan DVECH modeli ve bu modele temel teşkil eden modeller de detaylarıyla birlikte izah edilmektedir.

Dördüncü bölüm, dalgacıklar teorisini açıklamaya yöneliktir. Dalgacık teorisinin geçmişten günümüze gelişimi ve kullanım alanları ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Dalgacık teorisinin temeli sayılan Fourier dönüşümü, sürekli dalgacık dönüşümü, kesikli dalgacık dönüşümü ve azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümleri ele alınmıştır.

Beşinci bölüm, uygulamada kullanılacak verileri ve metodolojiyi içermektedir. İlk olarak, ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Daha sonra, çalışmada kullanılacak olan serilerin özellikleri gösterilmekte, sonra da her bir dalgacık için yapılan analizlerin sonuçları yer almaktadır. Son bölümde ise, analiz sonuçlarının yorumlanması ve tartışmalar bulunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TÜREV VE HİSSE SENEDİ PİYASALARI

Piyasa kavramı, temel anlamda bir ürünü arz edenler ve onu talep edenlerin bulunduğu ortamı nitelemektedir. Başka bir tanıma göre piyasa kavramı, “alıcı ve satıcıyı bir araya getiren her türlü kolaylık” olarak ifade edilmiştir (Ünsal, 2001: 28). İkinci tanımdan da anlaşılacağı üzere, piyasanın fiziki olarak bulunması zorunluluk değildir. Günümüz teknolojik koşulları göz önünde bulundurulduğunda telefon, internet vb. hizmetler aracılığı ile alıcı ve satıcı işlem yapabilmektedir.

Yukarıda tanımı verilmiş olan piyasa kavramı kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, nihai ya da ara malların alınıp satıldığı mal piyasasıdır. Ekmek yapımında kullanılan buğday ve un ara mal olarak alınıp satılırken, ekmek nihai mal olarak alınıp satılmaktadır. İkinci piyasa türü ise, finansal piyasalardır. Finansal piyasalar, fon arz edenlerin ve fon talep edenlerin işlem yaptığı piyasalardır. Belirli bir birikime sahip olan kişiler getiri elde edebilmek için birikimlerini fon talep edenlere aktarırlar. Fon talep edenler ise, kısa veya uzun vadeli sermaye ihtiyacını karşılamak için bu piyasada yer alır.

Bu çalışmanın temelini finansal piyasalar kavramı oluşturduğu için ağırlıklı olarak finansal piyasalar üzerinde durulacaktır. Finansal piyasalar da kendi içerisinde iki kısımda incelenebilir. İlk kısım kısa vadeli fon arz ve talebinin karşılaştığı para piyasalarıdır. Para piyasalarında para, altın, döviz, vadesi bir yıldan az olan bono, çek vb. varlıklar ile işlem yapılmaktadır. Bankalar arası fon arz ve talebinin gerçekleştiği interbank piyasası ve Merkez Bankalarının açık piyasa işlemleri aracılığıyla piyasaya müdahalesi de para piyasası işlemlerindendir. Finansal piyasalarının ikinci kısmı ise, halka açık anonim şirketlerin orta ve uzun vadeli finansman ihtiyacını karşılamak için kullandıkları enstrümanları içeren sermaye piyasalarıdır. Bu piyasalarda genellikle hisse (pay) senedi ve tahvil gibi menkul kıymetler işlem görmektedir. Sermaye piyasaları, borç talep eden firmalara uzun vadeli ve daha düşük riske sahip fon edinme imkanı sağlarken, fon arz eden yatırımcılara ise düşük sermaye ile büyük firmalara ortak olma imkanı sunar (Sayılğan, 2011: 21-22).

Sermaye piyasaları, yapılan işlemin vadesine, piyasaların örgütlenme yapılarına, ihraç çeşidine ve alıcı-satıcı türlerine göre birçok başlık altında incelenebilir. Bu çalışmanın temel noktasından ayrılmamak amacıyla, sermaye piyasaları sadece vadesine göre değerlendirilmektedir. Vadesine göre sermaye piyasaları, spot piyasalar ve vadeli işlemler piyasaları şeklinde ikiye ayrılır. Spot piyasalarda, işleme konu olan varlığın ödemesi ve devri aynı anda yapılır. Örneğin, hisse senedi alınırken ya da satılırken ödeme işlemi ve devir aynı anda yapılır. Vadeli işlemler piyasasında ise, ödeme ve varlığın devri sözleşmede belirlenen ileri bir tarihte gerçekleşir. Bu iki piyasa türü, çalışmanın bundan sonraki kısmında detaylarıyla birlikte ele alınacaktır.

Tezin bu kısmında, sermaye piyasalarının alt kollarından olan hisse senedi ve türev piyasalar detaylarıyla açıklanmaktadır. İlk önce hisse senedi piyasasının tanımı, işleyişi ve çeşitleri ele alınmakta, daha sonra da türev piyasalar türleri itibariyle incelenmektedir.

1.1. Hisse Senedi (Pay) Piyasası

Hisse senetlerinin arz ve talebi sermaye piyasalarında gerçekleşir. Sermaye piyasaları, fon arz edenlerin ve fon talep edenlerin uzun dönemli borçlanma aracı olarak ihraç edilen hisse senedi, tahvil vb. yatırım araçlarını alıp sattıkları piyasa türüdür (Işık, 2012: 216). Hisse senedi piyasalarında, farklı sektörlerde yer alan şirketlerin hisseleri, yeni hisse alma hakkı, yatırım fonları, varantlar ve sertifikalar işlem görmektedir (BİSTa, 2017). Kıymetli evrak sınıfına giren hisse senedi “pay” kavramı ile de ifade edilmektedir. Pay kavramı, esasa temel teşkil eden sermayenin eşit parçalara bölünmüş, belirli miktardaki kısmını ifade etmektedir. Bu payları satın alan kişi, aldığı pay oranında şirkete ortak kabul edilmektedir. Türk Ticaret Kanunu’na göre pay alımlarında fiziki evrak verilmesi zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu durum payın devrini kolaylaştırmaktadır (Karan, 2004: 307).

Hisse senetleri BİST, NASDAQ, Dow Jones vb. gibi organize olmuş¹ borsalarda işlem görmektedir. Bu evraklar birincil ya da ikincil olarak adlandırılan piyasalarda alınıp satılmaktadırlar. Birincil piyasalar, menkul kıymetin ilk elden alınıp satıldığı piyasalardır. Herhangi bir aracı kuruma ihtiyaç duyulmadan organize olmuş piyasada işlem gerçekleştirilmektedir. İkincil piyasalarda ise birincil piyasadan alınan menkul kıymet, aracı kurumlar vasıtası ile farklı kişilere devredilebilmektedir (Sancak, 2012: 159).

Hisse senetleri piyasasında fiyat oluşumu “çoklu fiyat – sürekli müzayede” yöntemine göre gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemdeki alım ve satım emirleri fiyat, zaman ve müşteri emirlerinin önceliği esas alınarak otomatik eşleştirme yapan alım-satım sistemi kullanılarak sıralanır (Alkan, 2015: 95). Yüksek fiyattan verilen alış emri düşük fiyattan verilen alış emrinden önce sisteme girmektedir. Satış emrinde ise durum tam tersidir. Düşük fiyatlı satış emri yüksek fiyatlı satış emrinden önce sisteme girer. Eğer fiyat eşit olursa ilk önce verilen emir sisteme girer. Aracı kurumların aldıkları emir sırası da sisteme giriş sırasını belirleyen son unsurdur (Karan, 2004: 324).

Hisse senedi piyasalarında fon tedarikçileri (yatırımcılar) halka açık şirketlere (fon kullanıcılarına) öz kaynak sağlarken, firmalar da yatırımcılara şirkete ortaklık veya kardan pay verme hakkını tanımaktadır (Saunders ve Cornett, 2012: 244). Başka bir ifadeyle, hisse senedini ihraç eden firma hisseyi devrettiği anda hisse değerince fon elde etmiş olacaktır. Hisse senedini satın alan yatırımcı ise hissenin payı kadar ortaklık hakkı kazanmaktadır. Şirket dönem sonunda kar elde ederse, hisse sahibi, payı oranında temettü geliri elde edebilecektir. Eğer şirket kar edemezse, bu durumda hisse senedine sahip olan yatırımcı da temettü gelirinden mahrum kalacaktır. Diğer taraftan şirketin hisseleri değer kazanır ise, hisse senedine sahip olan yatırımcı payını satarak bir kazanç sağlama şansına kavuşabilecekken; hisse senedinin değer kaybetmesi durumunda yapılacak satışlar yatırımcının zarar etmesine neden olur (Mishkin ve Eakins, 2015: 298).

¹ Belirli bir mekana sahip, yönetim kademesi olan, belirli kurallara göre yönetilen borsalar (Sancak, 2012: 275)

Bu çalışmada hem hisse senedi piyasası hem de türev piyasalar için borsa endeksleri kullanılacağından endeks kavramını ve nasıl oluştuğunu açıklamak faydalı olacaktır. Borsa endeksi, hisse senetlerinin ya da türev ürün sözleşmelerinin piyasada alınıp-satılması sürecindeki performansını özetleyen bilgi seti olarak ifade edilmektedir. Endeks oluşturulurken, genelde sektörel bazda (ulaştırma, enerji, turizm, sanayi vb.) gruplandırma yoluna gidilmektedir. Hesaplamalarda iki yöntem takip edilebilir. İlkinde, şirketlerin piyasa değeri dikkate alınır ve değeri yüksek olan şirketin endeks içerisindeki ağırlığı da yüksek olur. Diğer yöntemde ise hisse senedinin fiyatına bakılıp ağırlık hesaplanarak endeks oluşturulur (Kidwell vd, 2012: 327).

Borsa İstanbul'da 54'ü anlık, 270 tanesi de seans sonrasında hesaplanmak üzere 324 endeks bulunmaktadır. Hisse senedi endeksleri hem getiri hem de fiyat endeksi olarak hesaplanmaktadır. Fiyat endeksi oluşturulurken sadece hisse senedinin fiyatları dikkate alınır. Getiri endeksi oluşturulurken kar payı da hesaba katılmaktadır (BİSTb, 2017). Endekslerin hesaplanış şekli de dikkat edilmesi gereken bir husustur. Konuya örnek olabilmesi amacıyla, BİST 100 endeksinin hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılmaktadır (<http://bigpara.hurriyet.com.tr/borsa/haber>, 2018)

$$E_t = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{A_{xt}}{B_t} \right) * C_{xt} * D_{xt} * E_{xt}}{F_t} \quad (1.1)$$

(1.1) nolu denklemde; E_t , endeksin t zamanındaki değerini, n endekste yer alan şirket sayısını, A_{xt} , x'inci payın t zamanındaki fiyatını, B_t , endeksin döviz kurunun t zamanındaki değerini, C_{xt} , x'inci payın t zamanındaki toplam sayısını, D_{xt} , x'inci payın t zamanında endeks hesaplamasına kullanılan, dolaşımda olan toplam pay sayısının toplam pay sayısına oranını, E_{xt} , x'inci payın t zamanındaki katsayısını, F_t ise endeksin t zamanındaki bölen değerini temsil etmektedir.

1.1.1. Hisse Senedi Türleri

Hisse senetleri, kendi içerisinde farklı kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Yatırımcının oy kullanıp kullanamama, hisse senedinin nama çıkartılıp

çıkartılmadığı, hissenin iç kaynaktan mı yoksa dış kaynaktan mı faydalanılarak çıkartıldığı, hisse senedinin üzerinde yazılan değere göre mi ihraç edildiği ve son olarak hisse senedinin kurucu üyeler için mi çıkartıldığı dikkate alınmaktadır.

1.1.1.1. Adi/İmtiyazlı Hisse Senetleri

Birçok gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkede iki tür hisse senedi işlem görmektedir. Bunlardan birincisi adi hisse senetleridir. Adi hisse senedine sahip olan yatırımcı oy kullanma ve temettü talep etme hakkına sahiptir. Bu hissedarlar, hisse senedinin fiyatının artmasını beklerler. İmtiyazlı hisse senedi sahipleri ise isminden de anlaşılacağı üzere öncelikli haklara sahiptir. Firmanın kar ettiği dönemlerde temettü ödemeleri öncelikli olarak imtiyazlı hisse senedi sahiplerine yapılır. Kalan miktar daha sonra adi hisse senedi sahiplerine dağıtılır. İmtiyazlı hisse senedinin diğer fakları ise, imtiyazlı hisse senetleri sabit oranda temettü dağıttıkları için fiyatları adi hisse senetlerine göre daha istikrarlıdır. Bu hisse senetleri, sahiplerine, dağıtılacak ödemelerde öncelikli olma hakkı tanımaktadır (Mishkin ve Eakins, 2015: 299).

1.1.1.2. Nama/Hamiline Yazılı Hisse Senetleri

Ülkemizde kullanılan hisse senedi türlerinden birisi nama yazılı hisse senetleridir. Nama yazılı hisse senedinin üzerinde o hisseye sahip olan kişinin ismi yer almaktadır. Nama yazılı hisse senedi ile ilgili işlemleri yapma yetkisi evrak üzerinde ismi yer alan kişi ya da onun vekalet verdiği kişi tarafından gerçekleştirilmektedir (Akbulak, 2016: 509). Hamiline yazılı hisse senedi üzerinde ise herhangi bir isim yer almamaktadır. Bu tip hisse senetleriyle ilgili işlemleri ya evrakı ibraz eden kişi ya da Takasbank'ta ismi yazılı olan kişi gerçekleştirebilmektedir (Sayılğan, 2011: 68).

1.1.1.3. Bedelli/Bedelsiz Hisse Senetleri

Bedelsiz hisse senetleri, şirketlerin iç kaynakları tarafından karşılanarak çıkartılan hisse senetlerinin, herhangi bir bedel talep etmeksizin ortaklara dağıtıldığı hisse senedi türüdür (BİSTa , 2017). Şirketin yedek akçeleri, dağıtılmayan karları ve

ticari işlemlerindeki değer artışlarından elde ettikleri gelirleri kullanılarak bedelsiz hisse senedi çıkartılmaktadır.

Bedelli hisse senetleri ise yeni taahhüt ya da ödeme yoluyla ihraç edilen ve belirli bir ödeme ile satılan hisse senedi türüdür. Bu yöntemde hisse senedi, rüçhan hakkı yoluyla belirli bir bedel karşılığında ortaklara satılabileceği gibi yine bedeli ödenmek kaydıyla dışarıdan üçüncü kişilere de ihraç edilebilmektedir (Karan 2004, 309).

1.1.1.4. Primli/Primsiz Hisse Senetleri

Nominal (üzerinde yazılı) değeri ile ihraç edilen hisse senetleri primsiz hisse senedi olarak nitelendirilmektedir. Nominal değerinden daha yüksek bir bedelle ihraç edilen hisse senetleri ise primli hisse senedi olarak adlandırılır. Türk Ticaret Kanunu'na göre şirketler nominal değerden daha düşük bir fiyata hisse senedi ihraç edememektedir. Primli hisse senedi ise yönetim kurulunun alacağı karar ile ihraç edilebilmektedir (BİSTa, 2017).

1.1.1.5. Kurucu/İntifa Hisse Senetleri

Kurucu hisse senetleri, şirketin kuruluşunu sağlayan ya da şirket için büyük öneme haiz olan kişilere genellikle isimlerine yazılı olmak koşuluyla ve bedelsiz olarak ihraç edilen, sahibine oy hakkı vermeyip sadece temettü gelirinden pay hakkı sağlayan hisse senetleridir (Sayılğan, 2011: 68). İntifa hisse senedi ise şirketin kuruluşundan sonra şirket genel kurulunun alacağı karar ile bazı kimselere ya da alacaklılara verilen sermaye paylarını ifade etmektedir (BİSTa, 2017).

1.1.2. Hisse Senetlerinin Taraflara Faydaları

Hisse senetleri, kendisini ihraç eden firmaya ve kendisini satın alan yatırımcılara bazı faydalar sağlamaktadır. Hisse senetlerinin taraflara faydaları çizelge 1.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.3.2.1.1. Hisse senetlerinin taraflara faydaları.

Hisse Senedi İhraç Eden Firma İçin	Hisse Senedini Alan Yatırımcı İçin
İşletmenin büyüyebilmesi için gerekli olan finansman kaynağını sağlar.	Sermayenin ve mülkiyetin tabana yayılması ilkesinden hareketle, düşük sermayeye sahip yatırımcılara büyük firmalara ortak olma şansı sunar.
Firmaya ortak kabul edilen yeni hisse senedi sahiplerinin yönetim kurulunda söz sahibi olmasıyla daha efektif kararlar alınabilir.	
Hisse senedi satarak sağlanan finansmanın, şirketin borçlarını enflasyona karşı koruduğu kabul edilmektedir.	Ellerindeki nakit fonun enflasyon karşısında değer kaybetmesinin önüne geçilmiş olur.
Firmalar hisse senedi ihraç ederek, bankalardan alacakları kredi ya da tahvilde olduğu gibi vadesi geldiğinde ödeme yapma sorunu çekmezler. Bu da firmanın finansman sıkıntısı çekmesini engeller.	Firma kar elde ettiğinde temettü geliri elde ederler.

Kaynak: (Sayılğan, 2011: 63)

Yukarıda bahsedildiği üzere hisse senetleri sadece kendisini ihraç eden firmaya ya da kendisini satın alan yatırımcıya değil, ülke ekonomisine de faydalar sağlamaktadır. Hisse senedini ihraç eden firma, hem finansman sağlamada daha ucuz ve garanti bir yol bulmuş olur hem de şirketin yönetim kademesinin daha efektif çalışabilmesini sağlayacak bir esnekliğe sahip olur. Hisse senedini alan yatırımcılar ise düşük bir sermaye ile büyük şirketlerde yatırım yapma imkanına sahip olarak kazanç sağlama fırsatı bulur. Sermayenin daha etkin kullanılması sağlanarak üretimde artış sağlanabilir. Bu artış ülkenin ekonomik büyümesine pozitif katkı sağlayacaktır.

1.2. Türev Piyasalar

Ödeme ve/veya teslimatın belirli şartlara bağlı kalarak ileri bir tarihte gerçekleştiği piyasalar vadeli işlem (türev) piyasası olarak adlandırılmaktadır (Saltoğlu, 2014: 8). Bu piyasada işlem gören türev ürünler, fiyatı ya da değeri, dayanak olarak alınan varlıktan türetilen, riski ya da kazancı taraflar arasında aktarılabilen ürünlerdir. Bu varlıkların fiyatları, taşınan malın maliyeti, opsiyon fiyatı, piyasa faizi ve döviz kuru gibi değişkenlerden etkilenecek oluşmaktadır (Taylor, 1995: 44).

Bu piyasaların neden türev piyasa olarak nitelendirildiğiyle alakalı iki farklı görüş mevcuttur. Bunlardan ilki, nakit piyasalarda işlem gören tahvil, hisse senedi vb. finansal araçları kullanarak oluşturulması ve değerinin de spot piyasada işlem gören finansal varlıktan türetilmiş olmasından kaynaklandığını savunan görüştür. İkincisi ise, türev ürünlerin, piyasaların ihtiyaçlarından kaynaklanarak türetilmesinden dolayı ortaya çıktığını savunan yaklaşımdır (Ayrıçay, 2003: 3).

Türev piyasalar spot piyasalara kıyasla daha kompleks bir sisteme sahiptir. Bu yüzden, daha profesyonel ve eğitilmiş kişilerin piyasada yer alması sistemin daha verimli işlemesine yardım edebilecektir. Bilgi sahibi olmadan piyasada pozisyon almak isteyen yatırımcılar nedeniyle türev piyasada fiyat oluşumu ve bilgi akışında problemler ortaya çıkabilmektedir.

İlerleyen bölümlerde daha detaylı bir şekilde açıklanacak olan türev ürünlerden Forwards (geleceğe yönelik vadeli işlem sözleşmeleri) ve Options (opsiyon) sözleşmeleri temel türev araçlarıdır. Futures (vadeli işlem sözleşmeleri) ise Forwards'ın organize olmuş piyasalarda işlem gören çeşididir. SWAP ise finansal takas olarak adlandırılabilir bir portföy türüdür.

1.2.1. Türev Piyasaların Kullanım Amacı

Yatırımcıların ya da firmaların türev piyasa içerisinde işlem yapmalarının sebepleri incelendiğinde, riskten korunmak, gelir sağlamak ya da fiyat belirlemek gibi nedenler ortaya çıkmaktadır. Piyasada oluşan fiyatların kolay kolay öngörülememesi alıcı ve satıcı için riskten kaçınmayı oldukça önemli hale getirebilmektedir. Firmalar risklerini dağıtmaya çalışıp gelecekteki fiyat düzeyini netleştirmeye çalışırken, spekülâtörler ve gelir elde etmek isteyen yatırımcılar da farklı sebeplerle piyasada pozisyon alırlar. Bu sebepler, fiyat düzeyini belirlemek, risklerden korunma (Hedge) ve kazanç sağlama olarak sıralanabilir.

1.2.1.1. Fiyat Düzeyini Belirlemek

Türev piyasalar yapısı gereği malların ya da varlıkların gelecekteki fiyatı için bir yol gösterici olabilecektir. Vadeli işlem fiyatının beklenen cari fiyatla aynı olması

beklendiği için, vade sonundaki mal ya da varlık fiyatı türev piyasada oluşan fiyata bakılarak tahmin edilebilecektir. Bu tanımlamadan yola çıkarak, etkin işleyen bir türev piyasanın spot piyasadaki fiyat istikrarını sağlayacağı ve piyasalardaki belirsizliği giderebileceği düşünülebilir. Yapılan bazı çalışmalar türev piyasa endekslerinin spot piyasa endekslerinden 30 dakika daha önce fiyat bilgisi aktardığını söylemektedir (Booth vd. 1999: 620-621).

1.2.1.2. Risklerden Korunmak (Hedge)

Türev araçların bir diğer kullanım amacı ise riskten korunma ihtiyacıdır. Riskten korunma (hedge), elde tutulan varlığın değerinde yaşanması muhtemel düşüşe karşı ya da alınması planlanan bir varlığın fiyatındaki artışa karşı yatırımcının kendisini güvence altına alması olarak nitelendirilmektedir (Taylor, 1995: 63). Gelecekteki nakit akışlarının bugünkü fiyatlara sabitlenmesi belirsizliği ortadan kaldıracaktır. Bu durum riskten kaçınma olgusunun temelini teşkil etmektedir (Yıldız ve Çiftçi, 2011: 77). Spot piyasada alıcı konumda olan yatırımcı türev piyasada ters pozisyon alarak satıcı konumuna geçer ve bir piyasada yaşanması muhtemel kaybı diğer piyasada elde edeceği kar ile dengelemeye çalışır. Bu piyasalarda riskten korunmak isteyen tarafa “Hedgers” denilmektedir.

1.2.1.3. Kazanç Sağlamak

Türev piyasalarda pozisyon alan taraflardan ilki riski uzaklaştırmak isterken diğer pozisyonundaki kişi de riskleri üstlenerek fiyat, döviz kuru ya da faiz değişikliklerinden kazanç elde etmek isteyebilir. Kendi öngörülerini çerçevesinde oluşmasını bekledikleri fiyat ya da faiz değişiklikleri öncesinde piyasadan alım yaparak kazanç sağlamaya çalışırlar. Bu tarz gelir sağlama girişimine spekülasyon hareketleri adı verilmektedir. Spekülatörler, türev piyasalarda kazanç sağlamaya çalışan gruplardan birisidir. Spekülatörler türev piyasalarda likidite sağlayarak çok önemli bir misyonu da üstlenmiş olurlar (Kidwell vd. 2012: 346). Spekülatörler için türev piyasaları çekici kılan en önemli etmen yüksek kaldıraç etkisidir. Kaldıraç, düşük miktarda bir sermaye ile daha fazla tutarda bir hacme sahip sözleşmede pozisyon alma durumudur (Sancak, 2012: 207). Düşük teminat bedelleriyle yüksek

ticaret hacmi yakalayabilmek, spekülörlerin türev piyasada yer almasının başlıca nedenidir (Daigler, 1994: 13).

Türev piyasada kazanç elde etmeye çalışan ikinci grup ise arbitrajcılardır. Arbitrajcılar spekülörlerden ayıran en önemli özellik ise risk üstlenmeden kazanç sağlamaya çalışmalarıdır. Gerek farklı piyasalarda ortaya çıkan fiyat farklılıklarından gerekse de hem aynı hem farklı piyasalarda vade farkından hareketle kazanç sağlamaya çalışırlar. Genelde döviz piyasalarında arbitrajın gerçekleştirilmeye çalışıldığı gözlemlenmektedir (Cvitanic ve Zapatero, 2004: 84).

1.2.2. Türev Piyasaların Faydaları ve Riskleri

Türev piyasalar yatırımcılara, firmalara ve ekonomiye bazı yararlar sağladığı gibi bazı riskler de barındırmaktadır. Bu bağlamda türev piyasaların faydaları ve riskleri çizelge 1.2’de listelenmiştir.

Çizelge 1.2. Türev piyasaların faydaları ve riskleri.

Faydaları	Riskleri
Dayanak varlığı spot piyasalardaki fiyat dalgalanmalarına karşı korumaktadır.	Sözleşmenin vadesi ve içeriği standart olduğu için yatırımcılara esnek seçim hakkı tanımamaktadır.
Fiyat oluşumu hakkında güvenilir bir göstergedir.	
Komisyonlar düşük olduğu için yatırımcılar için maliyet azdır.	Teminat tamamlama süreci yatırımcıların nakit akış dengesini bozabilir.
Yüksek kaldıraç etkisiyle yeterli sermayeye sahip olmayan kişilere dahi yatırım yapma ve kazanç elde etme olanağı sağlar.	
Spot piyasalar için likidite sağlar	Türev piyasalar zaman zaman spot piyasaların oynaklığını bozabilir. Bu da piyasa etkinliğine zarar verebilir.
Fiyat belirlemeye yardımcı olduğu için piyasa ajanları için plan yapmaya yardımcı olur.	
Yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi ve riskin dağıtılması imkanını sağlar	
Fiyatlar hakkında ortalama bir bilgi verdiği için spot piyasalarda oynaklığın azaltılmasına yardım eder.	

Kaynak: (Özdemir, 2011)

Çizelge 1.2’den de anlaşılacağı üzere, türev piyasalar katılımcılarının isteklerini büyük ölçüde karşılayabilmektedir. Fiyatı belirlemeye yardımcı olduğu için piyasada oluşması muhtemel fiyat dalgalanmalarını önler. Bu da yatırımcılara daha risksiz kazanç imkanı sağlayabilir. Bunun yanında, yeterli bilgiye sahip

olmayan bazı yatırımcılar nedeniyle türev piyasa işlemlerinin bazı riskler taşıyabileceğini de unutmamak gerekmektedir.

1.3. Türev Ürünler

Türev ürünler, genelde sözleşmenin özelliklerine ve işlem gördüğü piyasa yapısına göre birbirinden ayrılmaktadır. Alt başlıklarda daha detaylı anlatılacak olmasına rağmen, bu kısımda türev ürünlerin nasıl farklılaştığını kısaca anlatmakta fayda vardır. Forward ve Futures sözleşmeler, genel yapı olarak birbirlerine benzemesine rağmen, forward sözleşmeler organize olmayan piyasalarda yapılırken Futures sözleşmeler organize borsada işlem görmektedir. Opsiyon sözleşmeleri de temelde Futures sözleşmelere benzese de, sözleşmenin kullanılıp kullanılmaması tercihe bağlı olduğu için farklı olarak sınıflandırılmaktadır. Şimdi, daha detaylı bir biçimde türev ürün çeşitleri ele alınacaktır.

1.3.1. Forward Sözleşmeleri (Alivre)

Forward işlemler alıcı ve satıcı arasında karşılıklı güvene dayalı olarak yapılan, vade sonunda alıcının önceden belirlenen sözleşme bedelini ödeyerek, satıcının da sözleşmede belirtilen kalite ve miktarda ürünü teslim ederek yükümlülüklerini yerine getirdiği vadeli işlem çeşididir. Forward sözleşmeleri organize olmayan, tezgah üstü piyasalarda işlem görmektedir (Subramani, 2009: 145).

Forward sözleşmeler türev araçlar arasında tarihi en eskiye dayanan yöntemdir. Türkiye'de forward işlemlerinin basit uygulamalarına rastlanabilmektedir. Örneğin, fıstığın ağacında yeni tomurcuklanmaya başlaması ile birlikte tüccarlar bahçeye gelir ve daha olgunlaşmamış ve hasada hazır olmayan fıstıklara değer biçerler. Üretici ise olası bir kuraklık ya da rekolte düşüklüğü riskinden kaçınmak için tüccarla karşılıklı olarak belirledikleri fiyat üzerinden tüm ağaçların mahsulünü, hasat zamanı devredilmek üzere satar. Eğer hava koşulları beklendiği gibi gider ve rekolte yüksek olursa tüccar kazançlı çıkar, tersi bir durum olursa da üretici kazançlı çıkar. Organize olmayan bu ticaret şekli Forward sözleşmelerin Türkiye'de basit şekilde uygulanan bir örneğidir.

Forward sözleşmelerin en belirgin özelliği, sözleşmenin yapıldığı tarih ile teslimat tarihinin farklı olmasıdır. Sözleşmeler iki taraflı olup taraflara özgü yükümlülükler getirmektedir. Sözleşmelerin içeriği tarafların ihtiyaçlarına ve isteklerine göre şekillenmektedir. Vade süresi de yine taraflarca belirlenebileceği gibi uygulamada genellikle bir, üç, altı ve dokuz aylık olarak düzenlenmektedir (Tripathy, 2007: 268).

Forward işlemlerde aracı kurumlara ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle komisyon giderleri vb. maliyetler oluşmamaktadır. Buna ek olarak, iki taraf arasında yapılan sözleşmenin içeriği ve dayanak varlık için belirlenen fiyat, organize olan ve kamuya bilgi açıklayan bir piyasada işlem görmemesinden dolayı, üçüncü şahıslar ve kurumlar tarafından bilinmemektedir. Bu yüzden forward işlemler, piyasada fiyat oluşumunda belirleyici olamamaktadır. Forward sözleşmelerde, sözleşmeleri düzenleyen veya taahhütlerin yerine getirilip getirilmediğini denetleyen bir kurum olmaması nedeniyle tarafların çıkarları sadece ülkelerin mevcut hukuk sistemlerindeki düzenlemelerle korunabilmektedir. Sözleşmelerin üçüncü bir şahsa devri yalnızca tarafların her ikisinin de rızasıyla mümkün olabilmektedir. Hem sözleşmenin devrinin zor olması hem de sözleşmenin feshi için önceden sözleşmeye madde koyulması gerekliliği ve ek olarak tüm bu işlemlerin karşılıklı güven duygusuyla oluşması, forward işlemlerin pek cazip olmamasına neden olmaktadır. Bu yüzden günümüzde türev piyasalar içerisinde forward sözleşmelerinin payı düşük kalmaktadır (Ersoy, 2011: 5).

1.3.2. Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri

Futures sözleşmeler, miktarı ve kalitesi standart olan bir varlığın önceden belirlenmiş bir fiyattan gelecekte belirli bir tarihte teslim edilmesine ya da teslim alınmasına ilişkin yasal bir sözleşmedir. Futures kontratın dayandığı ya da yazıldığı varlık fiziksel bir mal olabileceği gibi finansal bir ürün ya da endeks de olabilir (Ruttiens, 2013: 119).

Futures sözleşmelerinin geçmişi, temel hareket noktası olarak forward sözleşmeler ile aynı kabul edilmektedir. Ortaçağ'a kadar uzanan bu tarihi süreç, üretici ve yatırımcıların fiyat risklerinden korunmak için geliştirdiği yöntemi

kapsamaktadır. Futures sözleşmeleri forward sözleşmelerinden ayıran en belirgin özellik, organize olmuş piyasalarda işlem görmesidir. Bu özelliğin uygulandığı futures sözleşmeler ilk defa 1848 yılında kurulan Chicago Ticaret Odası'nda işlem görmüştür. 1874 yılında kurulan Chicago Emtia Borsası'nda da genellikle tarımsal ve hayvansal ürünler için vadeli işlem sözleşmeleri gerçekleştirilmiştir. Teknolojide yaşanan gelişmeler ve ülkeler arasındaki etkileşim neticesinde bu gün dünyada neredeyse tüm ekonomilerde vadeli işlem sözleşmeleri işlem görebilmektedir (Hull, 2014: 19-20).

Futures sözleşmelerde iki temel özellik aranmaktadır. Bunlardan ilki sözleşme standardizasyonudur. Piyasaya alıcı ve satıcıları çekebilmek ve likiditeyi artırabilmek için malların fiyatının, özelliklerinin ve sözleşme şartlarının olabildiğince şeffaf olması sözleşme standardizasyonunu ifade eder. İkinci özellik ise ifa riskidir. Bu özellik, aracı olan kuruluşun vade tarihinde sözleşme şartlarının gerçekleştirilmesi için garantör olmasını gerektirmektedir (Ruttiens, 2013: 119-120).

Futures sözleşmeleri biraz daha yakından incelenecek olursa, ilk göze çaracak özelliği daha önce de bahsedildiği üzere organize borsalarda alınıp satılmasıdır. Bunun yanında sözleşmeye dayanak varlığın kalitesi, miktarı, fiyatı ve vadesi standarttır. Dayanak varlığın güçlü bir piyasasının olması, fiyatlarının risk unsuru oluşturacak şekilde dalgalanması, spot piyasa ve vadeli işlem piyasası arasında etkin bir bilgi akışı mekanizmasının olması ve vade tarihi geldiğinde sözleşmenin ifasına yetecek miktarda bulunması da futures sözleşmelerin oluşması için gerekebilecek unsurlardandır (Karatepe, 2000: 11).

Futures sözleşmelerinde alıcı tarafa uzun pozisyon, satıcı tarafa ise kısa pozisyon denilmektedir. Sözleşmeyi elinde bulunduran alıcı isterse vadeden önce elindeki sözleşmeyi satarak pozisyonunu kapatabilir. Ya da kısa pozisyonda yer alan satıcı sözleşme şartlarını yerine getirebilecek bir başka üreticiye sözleşmeyi devrederek pozisyonunu kapatabilir (Chambers, 2012: 7-9). Bu durumda futures sözleşmeleri, arzu edildiği takdirde vadesinden önce el değiştirebilmektedir. Bu noktada önemli olan husus, sözleşmenin yeni sahibinin sözleşme esaslarına uyması gerekliliğidir.

Futures piyasaların taraflarından alıcı ve satıcı yukarıda kısaca anlatılmıştır. Bu piyasanın diğer katılımcılarına bakıldığında ilk karşılaşılan taraf komisyoncular (takas merkezleri) olmaktadır. Komisyoncular bir nevi aracı işlevi görmektedir. Belirli bir komisyon karşılığında müşterilerin alım ya da satım emirlerini gerçekleştirmektedirler. Bir diğer katılımcı ise seans işlemcileri'dir. Bu kişiler de komisyonculuk yapmayıp kendi hesaplarına işlem gerçekleştirmektedirler. Örneğin, düşük fiyattan satılan bir sözleşmenin gelecekte fiyatının artacağını düşünüyorsa, bu sözleşmeyi kendi hesabına alıp fiyatı yükseldiğinde de satmaktadır (Chambers, 2012: 8). Futures piyasalarda işlem yapan bir diğer aktör de emtia havuz işletmecileridir. Bu kişi ya da kuruluşlar tek başlarına alamayacakları sözleşmeleri alabilmek için dışarıdan fon toplayarak havuz oluşturur ve sözleşmeyi satın alır. Havuza fon sağlayan katılımcılara kar ya da zararda ortaklık verirler. Son grup ise danışmanlık firmalarıdır. Bu grup yatırım yapmak isteyen müşterilerine fiyat ve vade konusunda tavsiyelerde bulunurlar. Gerek yazılı materyallerle gerekse de sözlü eğitimlerle piyasa içerisinde etkin rol oynarlar (Goldenberg, 2016: 123).

Komisyoncular (takas merkezleri) iki şekilde oluşturulabilmektedir. Bunlardan ilki, yalnız tek bir borsa için işlem yapan, borsa bünyesinde ya da anonim şirket olarak da kurulabilen "Bağımlı Takas Merkezleri'dir". Diğeri ise, hiçbir borsaya bağlı olmadan birçok borsada işlem yapabilen, özerk bir yapı şeklinde oluşturulan "Bağımsız Takas Merkezleri'dir" (Karatepe, 2000: 14).

Futures sözleşmelerinin kendine has iki özelliği karşı taraf riskini azaltmaktadır. Bunlardan ilki; sözleşme alınıp satılırken yatırılan "iyi niyet" teminatıdır. İşlem gerçekleştirilirken taraflar aracı kuruluşa bu teminatı yatırmak zorundadır. Bu teminat, taraflardan birisinin spot piyasadaki fiyat değişikliğinin lehine olması durumunda söz konusu avantajdan faydalanmasını, diğer tarafında yükümlülüğünden kaçmasını engellemektedir (Chance, 1989: 264). Diğer özellik ise, bu piyasada yapılan işlemler ve nakit akışları günlük olarak takip edilmektedir (Rechtschaffen, 2006: 167).

Takas merkezlerinin uyguladığı teminatlar üçe ayrılmaktadır. Bunlardan ilki tarafların işleme başlayabilmesi için yatırdıkları "başlangıç teminatı"dır. Günlük

olarak takip edilen sözleşme tutarları taraflardan birisinin lehine değişebilir. Bahsi geçen miktar zarar eden tarafın başlangıç teminatından kara geçen tarafın teminatına aktarılır. Zarar eden tarafın başlangıç teminatı daha önceden belirlenmiş kritik seviyenin altına inerse takas merkezi taraftan teminatı başlangıç seviyesine çıkarmasını talep edebilir. Buna da “sürdürme teminatı” denir. Eğer zarar eden taraf sürdürme teminatını yatırmazsa takas merkezi sözleşmenin ifa edilememesi riskini egale etmek için tasfiye sürecine girer. Bu da “değişim teminatı” olarak adlandırılmaktadır (Karatepe, 2000: 15-16).

Tarafların futures sözleşmelerini tercih nedenleri incelendiğinde de daha önceden bahsedildiği gibi riskten kaçınma (hedging) ve spekülasyon güdülerini ile karşılaşmaktadır. Bir emtia ya da finansal varlığı elinde bulunduran kişi, gelecekte piyasa fiyatında yaşanabilecek bir düşüşten korunabilmek için sözleşmede kısa pozisyonu alır. Ya da gelecekte bir malın fiyatında aşırı artış bekleyen yatırımcı şimdiden fiyatı sabitleyerek fiyat artışından korunmak için sözleşmede uzun pozisyon alarak fiyat belirsizliğine karşı kendisini korur. Diğer taraftan risk almak istemeyen kişilere karşı risk payını üstlenerek kazanç sağlamak isteyen spekülâtörler de futures sözleşmelere başvurabilirler. Fiyat düşüşüne karşı kısa pozisyon alan üreticiye karşın, o malın fiyatının yükseleceğini düşünen spekülâtör düşük fiyattan sözleşme yapar ve kar elde etme beklentisi içerisinde girer (Kidwell vd. 2012: 346).

1.3.2.1. Futures (Vadeli İşlem) Piyasalarının İşleyişi

Futures sözleşmeler organize olmuş borsalarda işlem görmekte ve bu borsalarda işlem yapmak isteyen kişiler de doğrudan alım satım yapamadıkları için bir aracı kuruma ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, futures piyasasında işlem yapmak isteyen kişilerin ilk uğrayacakları yer aracı kuruluş (bundan sonra takas kurumu olarak ifade edilecektir) olacaktır.

Futures (vadeli işlem) piyasalarının daha rahat anlaşılabilmesi amacıyla Borsa İstanbul çatısı altında faaliyet yürüten Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) aracılığıyla konu örneklendirilecektir. Herhangi bir futures sözleşmenin fiyatı teorik olarak şu şekilde hesaplanmaktadır (VİOP, 2017):

$$P = P_s x [1 + (i - TemettüGetirisi) x (\frac{T}{365})] \quad (1.2)$$

P: Sözleşmenin fiyatı

Ps: Dayanak varlığın spot piyasadaki fiyatı

i: Faiz

T: Sözleşmenin vadesine kalan gün sayısı

Piyasada gerçekleşen işlem ve kar-zarar durumu örnek bir olay ile izah edilecek olursa; sözleşme şartları standart olan ve kilosu piyasada 1,5 TL olarak belirlenen pamuk, satıcısı X tarafından türev piyasada satışa sunulsun. 6 ay sonra pamuk fiyatlarının artacağını ve 2 TL olacağını düşünen iplik üreticisi Y, futures sözleşmesini 1,75 TL den alarak bu fiyat artışından kendisini korumak istesin. X ve Y şahısları takas merkezine giderek başlangıç teminatını yatırarak sözleşmeyi oluştururlar. Y şahsı dönem içerisinde isterse bu sözleşmeyi bir başkasına devredebilmektedir.

Piyasadaki fiyat değişimleri günlük olarak takip edildiği için, günlük fiyat değişiminde kâra geçen tarafın kâr primi takas merkezine yatırılan teminatlarla ödenmektedir. Mesela Y şahsı günlük fiyat değişiminde kg başına 10 kuruş kâra geçtiğinde X kişinin yatırdığı başlangıç teminatından toplam fiyat değişimi kadar tutar Y kişinin teminatına eklenir. Günlük fiyat değişimi ise belirli bir aralıkta olmaktadır. Örneğin bu miktar BİST VİOP'ta baz fiyatın %20'si olarak belirlenmiştir (VİOP, 2017). Vade sonu geldiğinde pamuğun spot piyasadaki kg fiyatı 1,75'ten fazla olursa sözleşmeyi alan Y şahsı kâra geçmiş olacaktır. Eğer fiyat 1,75'ten az olursa bu durumda pamuğu satan X şahsı kâra geçmiş olacaktır. Vade sonunda malın fiziki olarak teslimi gerçekleşebileceği gibi parasal olarak ödeme şeklinde de olabilmektedir.

1.3.2.2. Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Türleri

Vadeli işlem sözleşmeleri dayanak varlıklarına bağlı olarak temelde iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar; döviz, faiz ve endeks gibi finansal ürünler ile emtia vadeli işlem sözleşmeleridir. Bu sözleşmeler aşağıda kısaca anlatılmıştır.

1.3.2.2.1. Döviz Dayalı Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri

Döviz dayalı vadeli işlem sözleşmeleri, vadesi ve miktarı standart olan yabancı paraların gelecekte teslim edilmesine dayalı sözleşme türleridir. Futures sözleşmelerin tanımı ve özellikleri kısımlarında anlatılan tüm hususlar burada da aynen geçerli olmaktadır. Organize borsalarda işlem gören döviz futures sözleşmeleri, standart miktarda ve vadesi genelde 3-6-9 ay gibi dilimlendirilmiş şekilde işlem görmektedir. Döviz futures sözleşmeleri genellikle riskten korunma (hedging) amacıyla kullanılmaktadır. Gelecekteki nakit akışları bugünden belirlenen fiyatlara sabitlenerek, riske karşı korunma sağlanmış olmaktadır. Bunun yanında spekülasyon amacıyla da bu piyasalarda işlem yapılabilmektedir (Yıldız ve Çiftçi, 2011: 77-78).

Döviz futures sözleşmelerinde fiyat değişimleri günlük olarak takip edilmektedir ve bu fiyat değişimleri belirli aralıklarda tutulmaktadır. Fiyatları bu sınırların dışına çıkartacak hareketlere müsaade edilmemektedir. Böylece oynaklığın artması da engellenmiş olmaktadır. Eğer sözleşmenin vadesi geldiğinde taraflardan birisi yükümlülüğünü yerine getirmezse takas odası aldığı teminatlarla bu yükümlülüğü yerine getirmektedir. Dünyadaki en önemli futures piyasaları; Chicago Board of Trade, New York Futures Exchange, Singapore International Monetary Exchange, Toronto Stock Exchange ve London International Financial Futures olarak sıralamak mümkündür (Alkan, 2015: 147).

Döviz futures sözleşmelerinin daha iyi anlaşılabilmesi için BİST VİOP'ta işlem gören dolar futures sözleşmelerinin işleyişinin incelenmesi faydalı olacaktır. Temel olarak sözleşme büyüklüğü 1000\$'dır. Günlük uzlaşma fiyatı seans bitmeden önceki son on işlemin ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Eğer 10'dan az işlem yapıldıysa geriye dönük 10 sözleşme dikkate alınır. Vade döngü ayları Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarıdır. Vade sonu uzlaşma fiyatı ise son işlem gününde saat 15:30'da TCMB tarafından açıklanan ABD dolarının alış ve satış kurlarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Günlük fiyat değişim aralığı her bir sözleşme için belirlenen baz fiyatın $\pm\% 10$ 'u olmaktadır (BİSTc, 2016).

1.3.2.2.2. Faiz Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri

Faiz futures sözleşmeleri, faiz getirisine sahip uzun ya da kısa vadeli finansal araçların gelecekteki bir tarihte, sözleşme yapılırken belirlenen bir faiz oranı üzerinden alınıp satılması prensibine dayalı sözleşme türüdür. Özellikle sabit getirili finansal araçların getirilerinde dönem dönem meydana gelen dalgalanmalar yatırımcılar için risk unsuru ortaya çıkarabilmektedir. Bu risklerden korunmak amacıyla yatırımcılar futures piyasada işlem gerçekleştirebilmektedir. Bununla birlikte faizlerde meydana gelecek dalgalanmalardan fayda sağlamayı bekleyen spekülâtörler de riskten kaçınan kişilerin sözleşmelerine talip olmaktadır (Alkan, 2015: 150).

Faiz futures sözleşmeleri faiz oranına doğrudan bağlı olan ve dolaylı olarak bağlı olan sözleşmeler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Faiz oranına doğrudan bağlı olan sözleşmeler euro döviz sözleşmeleridir. Euro döviz mevduatlar faiz oranını temsil etmektedir. Bu tip sözleşmeler fiyatlandırılırken vade sonundaki faiz oranı tahmin edilmelidir. Faiz oranına dolaylı olarak bağlı olan futures faiz sözleşmeleri ise sabit getirili borçlanma senetlerini kapsamaktadır. Bu tip sözleşmelerin fiyatı borç senedinin fiyatına ve dolaylı olarak da faiz oranına bağlıdır (Karan, 2004: 591)

Örneğin, Ocak ayında Aralık ayı vadeli devlet tahvili alan bir kişi faiz oranındaki beklenen dalgalanmadan dolayı getiri kaybı yaşayabileceğini düşünerek futures piyasada bu tahvili satabilir. Buna karşın, faiz oranındaki değişikliğin kendisine kazanç sağlayabileceğini düşünen spekülâtör bu sözleşmeyi alabilir ve vade sonunda fiziki bir teslimat gerçekleşmez, sadece parasal ödeme gerçekleşir.

1.3.2.2.3. Endeks Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri

Endeks futures sözleşmeleri, alıcı ve satıcıya daha önceden kararlaştırılmış bir hisse senedi endeksini ileri bir tarihte borsanın ilan edeceği fiyat üzerinden alma ve satma yükümlülüğü verdiği sözleşme türüdür. Daha önceki futures sözleşmelerde tanımlandığı üzere, sözleşme şartları standart olan organize borsalarda işlem görmektedirler. Günlük fiyat hareketleri ve alınabilecek pozisyon sayısı belirli bir limit içerisinde olmaktadır. Endeks futures sözleşmeleri yatırımcıların ellerindeki

hisse senetlerinin risklerini azaltmak amacıyla kullanılabileceği gibi spekülâtorler tarafından kazanç sağlamak amacıyla da tercih edilebilmektedir (Okudan, 2009: 59).

Endeks futures sözleşmelerde fiziki teslimat yapılmamaktadır. Taraflar vade sonunda kar ya da zarar durumuna göre parasal ödeme yoluna gitmektedir. Vade tarihinde ödeme gerçekleştirilirken “çarpan”² değeri dikkate alınır. Sözleşme tarihindeki endeksin kapanış değeri ile futures sözleşmesinin alım fiyatı arasındaki fark bu çarpan ile çarpılır. Eğer endeks, futures sözleşmenin fiyatından yüksek çıkarsa, kısa pozisyon uzun pozisyona, tam tersi durumda ise, uzun pozisyon kısa pozisyona ödeme yapar (Karan, 2004: 591)

1.3.2.2.4. Emtia Futures (Vadeli İşlem) Sözleşmeleri

Emtia futures sözleşmeleri, soya fasulyesi, canlı domuz, mısır, sığır, kahve, buğday, kereste, deniz mahsulleri gibi tarımsal ve hayvansal ürünler ya da altın, gümüş, ham petrol, bakır, alüminyum gibi doğal kaynakların tesliminin ve ödemesinin ileri bir tarihte yapılması için oluşturulan, malın miktarı, kalitesi ve vadesi standart olan vadeli işlem sözleşmesi türüdür (Karatepe, 2000: 13).

Emtia vadeli işlem sözleşmesine dayanak olabilecek bu malların bazı özelliklere haiz olması beklenmektedir. Emtialara ilişkin bu özellikler şu şekilde sıralanabilir (Ceylan ve Korkmaz, 2008: 283);

- Dayanak varlıklar homojen olmalı
- Hammadde olmalı
- Fiyatları serbest piyasa koşullarında oluşmalı ve fiyat dalgalanmalarına olanak vermelidir
- Miktarı bol olmalı ve stoklanabilir nitelikte olmalıdır
- Spot piyasalarda işlem görmeli ve likiditesi yüksek olmalıdır.

Emtia futures sözleşmelerinin ilk defa 17. yüzyılda Japonya’da ortaya çıktığı bilinmektedir. İlk olarak 1730 yılında Osaka’da pirinç vadeli işlem sözleşmesi, bundan 13 yıl sonra da altın üzerine emtia futures sözleşmesi imzalanmıştır. Daha

²Çarpan, her bir piyasa için belirlenmiş olan sabit bir tutardır. NİKKEİ225 için çarpan 5\$ iken, diğer endeksler için 500\$’dır.

sonra Avrupa ve Amerika’da emtia futures sözleşmeleri yayılmaya başlamış ve bugün dünyada birçok ülkede işlemler yapılmaktadır (Taylor, 1995: 27).

1.3.3. Opsiyon Sözleşmeleri

Opsiyon sözleşmelerinin geçmişinin Antik Yunan dönemine kadar uzandığı bilinmektedir. Daha sonra 1500’lü yıllarda Avrupa’da tekrar popüler hale gelmiştir. Bugünkü opsiyon sözleşmelerinin yapısına en yakın olan işlem ise 1872 yılında Amerikalı finansçı Russell Sage tarafından gerçekleştirilmiştir. Sage, tezgah üstü piyasada gerçekleştirdiği bu işlemde günümüzde olduğu gibi sahibine dayanak varlığı alma ya da satma hakkı tanımaktaydı. Ancak bu sözleşmelerin her biri kendisine has şartlarla oluşturulmaktaydı. Yani, günümüzde organize piyasalarda işlem gören sözleşmeler gibi standart değillerdi. Bu durum 1973 yılında Chicago Opsiyon Borsasının kuruluşuna kadar devam etmiştir. Borsanın kurulması ile birlikte alım opsiyonları standart hale getirilmiştir (Williams ve Hoffman, 2001: 3-4).

Opsiyon sözleşmeleri, belirli bir varlığın standart bir fiyat üzerinden, vade içerisinde ya da vade sonunda alınması hakkını ya da satılması zorunluluğunu getiren vadeli işlem sözleşmesi olarak ifade edilebilir. Bu sözleşmeleri diğer türev ürünlerden ayıran en önemli özellik, sözleşme şartlarının ifasını bir tarafa tercihe dayalı olarak sunarken diğer tarafa zorunluluk yüklemesidir (Howells ve Bain, 2007: 273). Bu sözleşme türü daha açık bir şekilde açıklanacak olursa, sözleşmenin taraflarından birisi opsiyonu kullanırsa varlığın devralmak için hak kazanacaktır. Diğer taraf ise opsiyon kullanıldığı anda varlığın devrini yapma zorunluluğuna girmektedir. Eğer opsiyon vade sonuna kadar kullanılmazsa sözleşme kendiliğinden iptal olmaktadır.

Futures sözleşmeler, bir taraftan yatırımcılarına kâr ya da riskten korunma imkânı verse de diğer taraftan yatırımcıların beklentilerinin ters çıkması sonucunda zarar etmelerine sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle opsiyon sözleşmeleri çoğu yatırımcı tarafından daha tercih edilebilir bir yöntem olarak kabul görmektedir (Kidwell vd. 2012: 354-355).

1.3.3.1. Opsiyon Sözleşmeleri İle İlgili Temel Kavramlar

Opsiyon sözleşmelerin işleyiş yöntemine başlamadan önce, opsiyon sözleşmeleri ile ilgili bazı temel kavramların incelenmesi daha faydalı olacaktır. Bu kavramlar şunlardır;

- **Opsiyon Primi:** Opsiyon sözleşmelerinde alıcının opsiyonun kullanım hakkı olarak satıcıya ödediği prime opsiyon primi denmektedir. Bu prim opsiyon kullanılsa da kullanılmasa da ödenmek zorundadır ve alıcı için gider, satıcı için gelir kalemi oluşturmaktadır. Her bir opsiyon sözleşmesi için ayrı bir opsiyon primi ödenmektedir. Örneğin tanesi 1 TL olan opsiyon sözleşmesinden 100 adet almak isteyen bir kişi toplamda 100 TL ödeme yapmaktadır. Opsiyon primi dayanak varlığın fiyatı, kullanım fiyatı, sözleşmenin vadesi, dayanak varlığın oynaklığı, temettü ve risksiz faiz oranı gibi unsurlardan etkilenmektedir (Sancak, 2012: 269).
- **Uygulama (Kullanım) Fiyatı:** Dayanak varlığın vade tarihinde opsiyonu kullanılırsa ödenecek tutardır (Chambers, 2012: 60).
- **Vade Tarihi:** Sözleşmede belirlenen, dayanak varlığın devrinin gerçekleştirileceği tarihtir (Sancak, 2012: 417).
- **Prim Ödeme Tarihi:** Sözleşme hazırlanırken oluşturulan, opsiyon priminin ödeneceği tarihi ifade etmektedir (Alkan, 2015: 152).

1.3.3.2. Opsiyon Sözleşmesi Tipleri

Opsiyon sözleşmeleri, opsiyonun vadesinden önce ve vadesinde kullanılmasına göre iki türde incelenmektedir.

- **Amerikan Tipi Opsiyonlar:** Bu tip sözleşmelerde opsiyonlar sözleşmenin alınmasından vade tarihine kadar herhangi bir zamanda kullanılabilir (Sayılğan, 2011: 509). Örnekle açıklamak gerekirse, 01/01/2017 tarihinde alınan bir opsiyon sözleşmesinde vade 01/06/2017 tarihinde olsun. Sözleşmeyi elinde bulunduran yatırımcı opsiyonu bu iki tarih arasında istediği zamanda kullanabilmektedir.
- **Avrupa Tipi Opsiyonlar:** Avrupa tipi opsiyon sözleşmelerinde ise opsiyon yalnızca sözleşmede belirtilen vadede kullanılabilir (Sayılğan, 2011: 509). Yukarıdaki örnek üzerinden devam edildiğinde, opsiyon vadenin dolduğu

01/06/2017 tarihinde kullanılabilmektedir. Bu tarihten daha önce yatırımcının opsiyonu kullanma imkanı bulunmamaktadır.

1.3.3.3. Opsiyon Sözleşmesi Çeşitleri

Opsiyon sözleşmeleri, alıcı ya da satıcıya sözleşmeyi devam ettirebilme imkanına göre iki türe ayrılmaktadır. Sözleşmede alıcı olan taraf, opsiyonu ödeyerek karşı tarafa satım zorunluluğu getiriyorsa alım opsiyonu, satıcı taraf opsiyonu ödeyerek karşı tarafa alım zorunluluğu getiriyorsa satım opsiyonu olarak adlandırılmaktadır.

1.3.3.3.1. Alım (Call) Opsiyonu

Bu tip opsiyon sözleşmeleri, sahiplerine, dayanak varlığı eğer isterse anlaşılan fiyattan, anlaşılan tarihte alma hakkı sağlamaktadır (Yıldırak vd. 2008: 5). Basit bir örnekle açıklamak gerekirse, bugünkü dolar kuru 3 TL olsun. İthalat işleriyle uğraşan bir yatırımcı 4 ay sonra dolar kurunun 4 TL olacağını düşünüyorsa 4 ay vadeli 3,5 TL'den döviz opsiyon sözleşmesi satın alır. Vade tarihi geldiğinde eğer dolar kuru 3,5+başlangıç primi'nin üzerinde ise yatırımcı opsiyonu kullanarak dayanak varlığı alma hakkına sahip olur. Ters durumda ise opsiyonu kullanmaz ve zararı başlangıç primi için ödediği tutar kadar olur.

1.3.3.3.2. Satım (Put) Opsiyonu

Satım opsiyonu, alım opsiyonunun tam tersi şekilde, kendisine sahip olan kişinin eğer isterse dayanak varlığı anlaşılan fiyattan, anlaşılan tarihte satmasına hak tanıyan sözleşme türüdür (Mishkin ve Eakins, 2015: 599). Alım opsiyonunda verilen örnek satım opsiyonu için de sürdürülecek olursa; elinde dolar olan bir yatırımcı 4 ay sonra dolar kurunun 3TL'nin altına düşeceğini bekliyorsa, vadesi geldiğinde 3,2 TL'den satmak üzere bir döviz opsiyon sözleşmesi satın alır. Vade tarihi geldiğinde döviz kuru 3,2 TL+ başlangıç priminin altına inerse yatırımcı opsiyonu kullanarak doları sözleşmede belirtilen kurdan satar. Ters durumda ise opsiyonu kullanmaz ve zararı başlangıç primi kadar olur.

1.3.3.3. Alım ve Satım Opsiyonlarının Alıcı ve Satıcı Açısından Farklılıkları

Alım ve satım opsiyonlarının taraflara getirdiği yükümlülüklerde opsiyonun kullanılıp kullanılmamasına göre bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar çizelgele 1.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 1.3. Alım ve satım opsiyonunda taraflar arasındaki farklılıklar.

Alım (Call) Opsiyonları	
Alıcı	Satıcı
Dayanak varlığı alma hakkı kazanır	Alıcı opsiyonu kullanırsa dayanak varlığı satmak zorundadır.
Opsiyon primi öder	Opsiyon primi alır
Dayanak varlığın fiyatı daha önceden sözleşmede belirlenmiştir.	
Opsiyonu isterse kullanır	Opsiyon kullanıldıysa dayanak varlığı satmak zorundadır
Alıcı dayanak varlığın spot fiyatının yükselmesini bekler	Satıcı dayanak varlığın spot fiyatında artış beklemez
Teorik olarak kar potansiyeli sınırsızdır	Teorik olarak zarar potansiyeli sınırsızdır.
Satım (Put) Opsiyonları	
Alıcı	Satıcı
Dayanak varlığı satma hakkı kazanır	Alıcı opsiyonu kullanırsa dayanak varlığı almak zorundadır.
Opsiyon primi öder	Opsiyon primi alır
Dayanak varlığın fiyatı daha önceden sözleşmede belirlenmiştir.	
Opsiyonu isterse kullanır	Opsiyon kullanıldıysa dayanak varlığı almak zorundadır
Alıcı dayanak varlığın spot fiyatının düşmesini bekler	Satıcı dayanak varlığın spot fiyatının artmasını bekler
Teorik olarak kar potansiyeli kullanım fiyatı kadardır.	Teorik olarak zarar potansiyeli prim hariç kullanım fiyatı kadardır.

Kaynak: Sancak, 2012: 265

Çizelge 1.3'e göre, alım ve satım opsiyonları temel anlamda birbirine benzer şartlar ortaya koymaktadır. Sadece opsiyon türünün alım ya da satım opsiyonu olması taraflara farklı yükümlülükler getirmektedir. Örneğin alım opsiyonunda alıcı, opsiyonu öderse varlığı alma hakkı kazanırken, satım opsiyonunda satıcı, opsiyonu ödeyerek alıcının malı almasını zorunlu kılabilir. Alım opsiyonunda alıcı, dayanak varlığın spot fiyatında artış beklerken, satım opsiyonunda ise tam tersi bir durumun gerçekleşmesini bekler. Dolayısıyla, alım opsiyonundaki tarafların işlevleri satım opsiyonlarında tam tersi şekilde oluşmaktadır.

1.3.3.4. Opsiyon Sözleşmelerinin İşleyişi

Opsiyon sözleşmelerinde alım ve satım işlemlerine futures sözleşmelerde olduğu gibi sırasıyla uzun ve kısa pozisyon da denmektedir. Alıcının yeni bir opsiyon sözleşmesi alması ya da mevcut olan uzun pozisyonlara ilave pozisyon eklemesiyle gerçekleştirdiği açılış alımı veya satıcının mevcut sayım opsiyonu sözleşmesi alması

ya da mevcut kısa pozisyona ilave pozisyon eklemesi ile gerçekleştirdiği açılış satımı sonucunda açılış işlemi ile açık işlem sayısı ortaya çıkartılmaktadır. Gün sonunda ise yukarıdaki işlemlerin tam tersi olan kapanış alımı ve kapanış satımı ile kapanış işlemleri gerçekleştirilir. Bu sayede piyasadaki açık işlem sayısı bilinir. Tüm bu bilgiler günlük olarak takip edilir ve borsa katılımcılarına medya ve iletişim araçları vasıtasıyla bildirilir (Karan, 2004: 609).

Opsiyon sözleşmeleri futures sözleşmelerden farklı olarak hem organize piyasalarda hem de organize olmayan (tezgah üstü) piyasalarda işlem görebilmektedir. Opsiyon sözleşmelerinin işleyişi açısından da organize borsalar ve organize olmayan piyasalar arasında farklılıklar olmaktadır. Organize piyasalarda sözleşmelerin tüm şartları standarttır yani borsa tarafından belirlenmektedir. Borsalar sadece opsiyon sözleşmesinin fiyatına müdahale edememektedir. Fiyat serbest piyasa koşullarında arz ve talebe bağlı olarak oluşmaktadır (Sancak, 2012: 265). Tezgah üstü piyasalarda ise opsiyonların kullanım fiyatı, vade gibi sözleşme şartları tarafların karşılıklı anlaşmasıyla belirlenmektedir. Buna ek olarak organize piyasalarda kredi riski bulunmazken, tezgah üstü piyasalarda kredi riski söz konusu olabilmektedir (Chambers, 2012: 58).

Örneğin, X şahsı ithalat işlemleri yapmaktadır ve ABD dolarına her zaman ihtiyaç duymaktadır. Y şahsı ise elinde yüklü miktarda dolar bulundurmaktadır. X kişisi 01/01/2017 tarihinde 3,2 TL olan döviz kurunun Haziran ayında 3,7 TL olacağını düşünmektedir. Y şahsı ise X şahsının tersine Haziran ayında dolar kurunun 3TL'ye düşeceğini beklemektedir. Her iki taraf ta olası kur riskinden korunmak istemektedir. X şahsı 01/01/2017 tarihinde Y şahsından 01/06/2017 tarihinde takası gerçekleştirilmek üzere vade sonundaki kuru 3,5 TL olmak üzere 1000\$'lık alım opsiyon sözleşmesi satın almıştır. Sözleşme Amerikan Tipi Opsiyon sözleşmesidir. X şahsı bu opsiyon sözleşmesi için Y şahsına 100 TL opsiyon primi ödemiştir. Vade tarihi geldiğinde dolar kuru 3,7 TL olsun. Bu durumda X kişisi opsiyonu kullanıp kullanmamaya şu şekilde karar verecektir. $3,5 \times 1000 + 100 = 3600$ TL. Bu opsiyonun kendisine maliyeti 3600TL'dir. Doların kullanım fiyatı spot fiyatından düşük olduğu için X şahsının opsiyonu kullanması doğrudur. Dolar kuru

vade tarihinde 3,6TL olsa idi başa baş durumu yaşanacaktır. Dolar kurunun 3,6 TL'den aşağıda olması ise X şahsının opsiyonu kullanmamasına neden olacaktır. Bu durumda X şahsının zararı opsiyon primi (100TL) kadar olacaktır.

Çizelge 1.4. Opsiyon sözleşmelerinde kar ve zarar durumu.

	Kullanım Fiyatı<Spot Fiyat	Kullanım Fiyatı = Spot Fiyat	Kullanım Fiyatı> Spot Fiyat
Alım Opsiyonu	Kar	Başa baş	Zarar
Satım Opsiyonu	Zarar	Başa baş	Kar

Kaynak: (Sayılğan, 2011: 509)

Yukarıdaki örnekten devam ederek satım opsiyon sözleşmesindeki durum incelenecek olursa; Y şahsı dolardan zarar etmemek için 01/01/2017 tarihinde X şahsından 100 TL opsiyon primi ödeyerek 01/06/2017 tarihinde 1000\$ satım opsiyonu almış olsun. Vade sonunda sözleşmeye dayanak varlığın kuru (kullanım fiyatı) 3,3 TL olarak belirlenmiştir. Vade tarihi geldiğinde döviz kuru 3,1 TL'ye düşmüş olsun. Bu durumda satım opsiyon sözleşmesinin Y şahsına maliyeti $3,3 \times 1000 + 100 = 3300$ TL olacaktır. Doların spot fiyatı ise 3100 TL olacaktır. Bu durumda Y şahsı opsiyonu kullanarak satışı gerçekleştirecektir. Dolar kuru 3,2 TL olsa idi başa baş durumu ortaya çıkacak, 3,2 TL'nin üzerinde gerçekleşse idi, Y şahsı opsiyonu kullanmayacaktır.

1.3.4. SWAP Sözleşmeleri

Swap sözleşmeleri, iki tarafın gelecekte belirli bir dönem boyunca nakit akışlarını değiştirmeyi kabul ettiği bir türev ürün çeşididir (Rechtschaffen, 2006: 172). Finansal açıdan daha anlaşılır bir tanım olarak swap sözleşmeleri, özel ya da tüzel kişiliklerin anlaştıkları meblağ üzerinden, vade sonuna kadar taksitlere bölünmüş olan anapara ya da faizlerle ilgili nakit akışlarını karşılıklı olarak takas ettikleri sözleşmelerdir (Sayılğan, 2011: 519).

Swap sözleşmeleri, sahibine elinde bulundurduğu varlık ya da yükümlülükleri tasfiye etmeden nakit akışlarını değiştirmeye olanak tanımaktadır. Örneğin, elinde hisse senedi bulunduran bir yatırımcı bu hisse senedini tasfiye etmeden daha düşük getiriye sahip olan ama daha az riskli ve sabit getirili bir hisse senedi ile takas

edebilir. Böyle bir durumda yatırımcının portföyünde iki pozisyonlu bir swap sözleşmesi bulunacaktır (Shaik, 2014: 36).

Swap sözleşmeleri birçok işleve sahiptir. Bunlardan en önemlisi, yatırımcıların varlık ve yükümlülüklerini takas etmelerine olanak sağlamaktır. Bunun yanında daha düşük maliyetle fon sağlamaya da olanak tanımaktadır. Swap sözleşmelerinin tercih edilmesinde bir diğer önemli neden de faiz ve döviz kurunda meydana gelen dalgalanmalardan korunma (hedging) isteğidir (Alkan, 2015: 159). Ayrıca swap sözleşmelerinin sağladığı arbitraj fırsatı, esnek bir yapıya sahip olması, vergi avantajı sağlaması ve işlemlerin hızlı yapılabilmesi gibi işlevleri de bu piyasanın tercih nedenleri arasında sayılabilmektedir (Sayılğan, 2011: 520).

Swap işlemleri sadece yatırımcı ve özel sektör tarafından değil, hükümetler ve merkez bankaları tarafından da kullanılmaktadır. Örneğin, ödemeler bilançosunda ortaya çıkan geçici bir açığı finanse etmek ya da ulusal paranın değer kaybetmesinden kaynaklı spekülative döviz hareketlerini engelleyebilmek adına ülkeler swap sözleşmelerine müracaat edebilmektedirler. Ulusal para değer kaybettiğinde spekülörler daha sağlam para birimlerine rağbet göstermeye başlamaktadırlar. Merkez bankaları da tedbir olarak spekülörlerin rağbet gösterdiği para birimleri üzerine swap sözleşmesi yaparak o para cinsine müdahalede bulunur. Piyasadaki olumsuz hava dağılmaya başladığında da yabancı para iade edilip karşı tarafa verilen varlık iade alınır (Karatepe, 2000: 148-149).

Swaplarda sözleşmelerin başlangıç, bitiş ve ödeme tarihleri önceden belirlenmektedir. Sözleşme oluşturulduğunda değeri sıfırdır ve tarafların birbirlerine yaptığı herhangi bir ödeme olmamaktadır. Ödemelerin ifa edildiği tarihe “kuruluş zamanı” denilmektedir. Uzlaşmanın yapıldığı dönemler arasındaki zaman dilimine de “uzlaşma süresi” adı verilmektedir (Yıldırak vd. 2008: 12)

Swap kredi riskine maruz kalma hesaplamaları, dünya çapında hala önemli bir tartışma konusudur. Değeri sürekli değişen finansal sözleşmelerin kredi riskini tahmin etmenin karmaşıklığı göz önüne alındığında, takas işlemlerine kredi riskinin eklenmesi için evrensel olarak kabul edilmiş net bir yöntem bulunmamaktadır

(Banks, 1997: 209). Teoride yer alan kimi tartışmalar bazı kurumların kredi piyasalarının belirli sektörlerinde fon artırma ya da kredi vermede bilgi maliyeti, işlem maliyeti gibi avantajlara sahip olduğunu iddia etmektedir. Buna ek olarak bazı sektörlerde de hakkaniyetli eşleştirmelerin olamayabileceği ifade edilmektedir. Örneğin, uzun vadeli (10 yıllık vb.) emeklilik hesabı varlıklarını yüksek meblağ ile satan ticari bir banka, uzun vadede faiz oranlarının düşmesi ile zarara uğrayabilir. Çünkü bankaların varlıkları genelde ticari krediler gibi kısa vadeli kaynaklardan oluşmaktadır (Kidwell vd. 2012: 363). Bu tarz eksikliklerin önüne geçilebilmesi için yatırımcıların varlıkların gelecek değerleri ile ilgili daha tatmin edici tahminlerle işlem yapmaları ve piyasanın da gerekli eşleştirmeleri oluşturmaları faydalı olacaktır.

Bicksler ve Chen (1986), Arak vd. (1988) çalışmalarında swap işlemi gerçekleştiren her iki tarafın da genellikle pozitif kazanç sağladığını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan Lang vd. (1998) çalışmasında, tarafların sağladığı kazançların içinde bulunulan konjonktüre göre değişim sergileyebileceğini ifade etmektedir.

1.3.4.1. SWAP Çeşitleri

Birçok dayanak varlık için Swap sözleşmesi yapılabilmektedir. Faiz, döviz, hisse senedi, emtia vb. gibi yaygın bir alanda sözleşme yapılabilir. Uygulamaya bakıldığında ise genelde para ve faiz swaplarının daha yaygın şekilde kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu çalışmada yalnızca Futures endeks işlemleri kullanılacağı için SWAP sözleşmeleri ile ilgili kavramlar kısaca açıklanacaktır.

1.3.4.1.1. Faiz Swapları

Türev piyasalarda faiz swapları en çok rağbet gören araçlardan birisidir. Faiz swapı, belirli bir anapara üzerinden faiz ödemelerinin gelecek nakit akışlarının belirli bir süre için değiştirilmesine yönelik bir sözleşmedir. Burada nakit akışlarının kaynakları farklı olmaktadır. Mesela, taraflardan birisi sabit oranlı faiz kullanırken diğeri değişken oranlı faiz kullanabilmektedir (Shaik, 2014: 38).

Faiz swaplarında anaparanın takası söz konusu değildir. Anapara, sadece ödemelerin hesaplanması için temel alınır. Tanımda da bahsedildiği üzere swap

işlemlerinde taraflardan birisi sabit faiz oranıyla borçlanırken diğeri değişken faiz oranıyla borçlanır ve bu borçların faiz ödemelerini takas ederler. Faiz oranı swaplarının büyük bir çoğunluğunda dalgalı faiz ödemeleri LIBOR (London Interbank Offered Rate) baz alınarak belirlenir. Taraflar burada değişken ya da sabit oranlı faizleri takas ederek yüksek oranlı faiz ödemelerinden kurtulmaya çalışır (Chambers, 2012: 128).

1.3.4.1.2. Para Swapları

Para ya da bir başka deyişle döviz swapı, iki tarafın belirlenen tutarda iki farklı para birimini değiştirmesi ve vade tarihi geldiğinde de değiştirilen anaparaların tekrar geri iade edilmesini içeren bir sözleşme türüdür. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere para swapı aslında vade geldiğinde parayı tekrar geri alma anlaşmasıdır (Karatepe, 2000: 161). Para swapı için yapılmış bir başka tanım ise, “farklı para birimlerinden oluşan aynı alım gücüne sahip nakit akışlarının vadesi geldiğinde orijinal para birimi şeklinde ve belirlenmiş kur üzerinden geri alınması” olarak nitelendirmektedir (Sayılğan, 2011: 532).

Para swapı sözleşmesinin oluşturulabilmesi için gerekli bazı şartlar vardır Bu şartlardan ilki, varlıkların anlaşmaya varılan para cinsi üzerinden değiş tokuşu gereklidir. Bir diğer şart, anlaşılan sermaye tutarı ve faiz oranı üzerinden faiz ödemelerinin yıllık ya da altı aylık süreçlerde takas edilmesi gerekmektedir. Son olarak swap işleminin yasal olarak muhasebe kaydında yer almaması gerekmektedir (Alkan, 2015: 160).

Swaplar hakkında yapılan açıklamalardan yola çıkarak para swapı yapılmasının gerekçeleri ve faydaları şu şekilde özetlenebilir. Farklı döviz kurları üzerinden arbitraj yaparak borçlanma maliyetleri azaltılabilir. Nakit akışlarının takası ile firmanın bilançosu dengeye getirilebilir. Son olarak, döviz kurunda yaşanması muhtemel dalgalanmalara karşı korunma sağlanmış olur.

1.4. Türkiye’de Borsaların ve Türev Piyasaların Gelişimi

Türkiye’de sermaye piyasalarının ortaya çıkışı ve gelişimi Osmanlı Devleti dönemlerine kadar dayanmaktadır. 1854 Kırım Savaşından sonra, özellikle gayri

müslimlerin girişimleriyle başlayan menkul kıymet alım-satımı kayıtsız ve kontrolsüz bir şekilde yürütölmekteydi. 1866 yılında “Dersaadet Tahvilat Borsası” adıyla ilk resmi borsa kurulmuştur. Bu borsa, bazı isim değışiklikler yaşamakla birlikte Cumhuriyetin ilanına kadar işlerliğini sürdürmüştür (Anbar, 2009:33).

Cumhuriyetin ilanından sonra 1922 yılında çıkartılan bir tüzökle birlikte borsada bugünkü sistemin temelini ortaya çıkartan hükümler belirlenmiştir. 1929 yılında kabul edilen “Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu” ile “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası” adı altında işlemler yapılmaya başlanmıştır. 1981 yılında yayınlanan “Sermaye Piyasası Kanunu” ile menkul kıymetler borsası yeniden düzenlenmiş ve 26 Aralık 1985 tarihinde “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası” resmi törenle açılarak faaliyete geçmiştir (BİSTd, 2018) .

30 Aralık 2012 tarihinde “Sermaye Piyasası Kanununun” 138. maddesinde düzenlenen değışikle “Borsa İstanbul A.Ş.” kurulmuştur. BİST’in kurulmasıyla birlikte İMKB’nin ve İstanbul Altın Borsası’nın tüzel kişilikleri sona ermiş be BİST bünyesine katılmışlardır. Borsa İstanbul esas sözleşmesinin SPK tarafında kabul edilmesiyle birlikte 3 Nisan 2013 tarihinde ilk gong çalarak bu borsa faaliyete başlamıştır (BİSTe , 2018).

Borsa İstanbul A.Ş.’nin pay defterinde kayıtlı 198 ortağı vardır. 423.234.000 TL nominal pay tutarı bulunan şirketin en büyük hissedarı %49’luk hissesi ile Hazine’dir. Borsa İstanbul A.Ş.’nin bu ortaklıktaki payı ise %43’tür. Geri kalan kısım ise eski ortaklıklar ve üyelere aittir. Buna ek olarak Borsa İstanbul’un başka kuruluşlarda da ortaklığı bulunmaktadır. İstanbul Takas ve Saklama Bankası A.Ş.’nin hisselerinin %52.08’i, Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş.’nin hisselerinin %100’ü, Merkezi Kayıt Kuruluşu A.Ş.’nin hisselerinin %30’u, Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu A.Ş.’nin hisselerinin de %10’u Borsa İstanbul A.Ş.’ne aittir. Kırgızistan, Azerbaycan ve Bosna Hersek borsalarında da Borsa İstanbul A.Ş.’nin iştirak ortaklıkları bulunmaktadır (Gündoğdu, 2015: 55-56).

BİST bünyesinde beş piyasa vardır. Bu piyasalar sırasıyla; Pay Piyasası, Borçlanma Araçları Piyasası, Gelişen İşletmeler Piyasası, Vadeli İşlem ve Opsiyon

Piyasası ve Kıymetli Madenler ve Kıymetli Taşlar Piyasası'dır (Gündoğdu, 2015: 59).

Türkiye'de türev piyasalar 1980 yılından sonra gelişmeye başlamıştır. O döneme kadar devletin dışı kapalı olması ve üretimin çoğunlukla devlet eliyle gerçekleşmesinden ötürü fiyatların serbest piyasa koşullarında belirlenmesi pek mümkün olmamıştır. Yine benzer şekilde, döviz kurunun da sabit olması türev işlemlerinin kullanılmasına olanak sağlamamıştır. Fiyatların serbest biçimde belirlenememesi, türev piyasaların kullanım amaçlarını sekteye uğrattığı için türev ürünlerin kullanılmasının da bir anlamı olmamaktadır. 1980 yılından sonra serbest piyasa koşullarının ortaya çıkmasıyla birlikte artık Türkiye'de de türev işlemlere ihtiyaç duyulmaya başlamıştır (Ersoy, 2011: 66-67).

TCMB'nin 1985 yılında bankalar arasında swap işlemlerini başlatması ve 1988 yılından sonra da Merkez Bankası aracılığıyla bankalar arasında para ve döviz piyasalarının işlem yapmaya başlaması türev piyasa işlemlerinin başlamasına da öncülük etmiştir. İstanbul Altın Borsasında vadeli işlemler 1997 yılında gerçekleştirilmeye başlanmıştır. 2001 yılında yaşanan ekonomik kriz sonrasında, sabit döviz kuru sisteminden serbest döviz kuru sistemine geçilmesiyle birlikte döviz kurunda dalgalanmalar başlamıştır. Bu dalgalanmaları azaltmak ve döviz kurunu öngörülebilir hale getirmek amacıyla 19 Ekim 2001 tarihinde İMKB çatısı altında vadeli işlemler piyasasının kurulması kararlaştırılmıştır. Daha sonra bu piyasa 2004 yılında İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB) A.Ş. şeklinde faaliyete başlamıştır (Çelik, 2012: 37).

2013 tarihinde BİST'in kurulmasına müteakip VOB'un hisselerinin tamamı BİST bünyesine geçmiştir. 5 Ağustos 2013 tarihinden itibaren VİOP adı altında hizmet vermeye başlamıştır (BİSTf, 2018). VİOP bünyesinde pay, yabancı endeks, pay endeksi, altın, döviz, faiz, borsa yatırım fonu, enerji ve emtia sözleşmeleri işlem görmektedir (BİSTg, 2018). Pay endeks sözleşmelerinde ise, BİST 30 Fiyat endeksi için vadeli işlem sözleşmeleri yapılmaktadır. Dayanak varlık, endeks değerinin 1000'e bölünmesiyle oluşturulur (BİSTh, 2018).

Ülkeler arası ticaretin serbestleşmeye başladığı 1980 öncesi dönemlerde sermaye hareketleri, büyük ölçüde banka kredileri ve ülkeler arası krediler ve doğrudan sermaye yatırımları şeklinde gerçekleşmekteydi. Özellikle 1982 yılında yaşanan borç krizinden sonra, banka kredileri yerine menkul kıymetler ön plana çıkmaya başlamıştır. Yatırımcılar 1990 yılına kadar güvenli liman olarak gördüğü gelişmiş ülke piyasasında işlem yaparken, 1990'lı yıllardan sonra daha cazip kar olanakları sunan gelişmekte olan ülke ekonomilerine doğru hareket etmiştir (Keskin, 2008: 79).

Türkiye ekonomisi, 1975'ten sonra bazı ekonomik sorunlar yaşamaya başlamıştır. Özellikle, dış kaynak yetersizliği nedeniyle 1979 yılında bir kriz patlak vermiştir. Krizin aşılabilmesi için başvurulmuş uluslararası kuruluşlar, ekonomide serbestleşme adımlarının atılması ve ekonomik reformların yapılması koşuluyla destek olunabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, Türkiye'de 24 Ocak 1980 kararları alınmış ve ekonomi dışa açık ve serbest bir yapıya kavuşturulmuştur (Oktayer, 2009:74).

Ekonominin dışa açılması ve serbest bir yapıya kavuşturulması, finansal gelişmeyi etkileyecek temel unsurlardandır. Finansal gelişme, ülkede kullanılabilecek finansal araç çeşitliliğinin artırılması anlamına gelmektedir (Altunöz, 2013:184). Finansal gelişmişlik, piyasada yer alan hisse senetlerinin değerinin GSMH'ya oranı ile ölçülen piyasa değeri oranı (market capitalization ratio) ile ölçülebileceği gibi piyasada yer alan şirket sayısı ile de ölçülebilir (Ağır, 2009: 96). 1986 yılında İMKB'de 80 şirket işlem görürken, 2017 yılında ise bu sayı 577'ye ulaşmıştır (İMKB Dergisi, 2005). Pay vadeli işlem sözleşmeleri de yıldan yıla artan bir hızla büyümeye devam etmektedir. 2017 yılında toplam 25 milyar lira işlem hacmine sahip olan pay vadeli işlem sözleşmeleri, 2018 yılının ilk dört ayında 32,8 milyar lira işlem hacmine ulaşmıştır (BİST, 2018).

Verilen bilgiler ışığında, Türkiye'de sermaye piyasalarının bir büyüme trendi içerisinde olduğunu söylemek mümkündür. Gelişmiş ülkelerin piyasalarına nispeten daha yeni olan vadeli işlemler piyasalarının çok daha büyük potansiyele sahip olduğu gözlemlenmektedir. Daha geniş enstrümanların yer alacağı bir sermaye piyasası

yapısı, Türkiye'nin finansal anlamda daha derin bir yapıya kavuşmasına yardımcı olabilecektir.



İKİNCİ BÖLÜM

FINANSAL PİYASALAR VE PİYASA ETKİNLİĞİ

Etkin piyasalar hipotezi, temelde “iktisatta kullanılan rasyonel bekleyişler teorisinin finansal piyasalara dönüştürülmüş halidir” şeklinde tanımlanabilir. Rasyonel bekleyişler teorisine göre, beklentiler geçmiş bilgilerden faydalanarak gerçekleştirilen tahminlerle uyum içerisinde olacaktır (Mishkin, 2000: 327-328). Örneğin, ekonomik bir gösterge hakkında yürütülen tahmin bir önceki dönemle aynı olacaktır. Eğer tahminden farklı bir sonuç ortaya çıkarsa bir sonraki beklenti de yeni sonuca göre şekillenecektir. Etkin piyasalar teorisinde ise rasyonel bekleyişler hipotezi aşağıda açıklanacağı üzere yeni bir forma dönüştürülmüştür.

İlk defa Eugene Fama tarafından 1960’lı yıllarda tanımlanmaya başlayan etkin piyasa hipotezi, piyasada geçmiş yıllarda ortaya çıkan fiyat değişimlerinin şu anda oluşacak fiyatlar üzerinde etkili olmadığı, kamuya açıklanan bilgilerin ve şirket içerisinde kamudan daha önce bilgiye ulaşabilen kişilerin fazladan kazanç sağlayamayacağı, piyasadaki tüm aktörlerin bilgiye anında ulaşabildiği ve fiyatların da ani bilgi değişimlerine ayak uydurarak oluştuğu şeklinde açıklanan bir yaklaşımdır. Kısaca Fama’nın çalışmasında yaptığı açıklamayla etkin piyasa, fiyatların tüm bilgileri eksiksiz olarak yansıttığı bir piyasa türüdür (Fama, 1970).

Etkin piyasalar hipotezine göre piyasanın etkinliği, fiyatların yeni bilgiye ne kadar sürede ve ne doğrulukta uyum sağlayabildiğiyle ölçülebilir. Bilgi piyasaya ulaştığında hızlı ve doğru bir biçimde yeni fiyat oluşumu sağlanabiliyorsa o piyasanın etkin olduğu kabul edilir. Böyle bir piyasada tüm aktörler bilgiye anında ulaşabileceği için kimsenin aşırı kâr sağlama durumu olmayacaktır. Böyle bir piyasaya devletin müdahalesi de söz konusu değildir. Bu tarz bir piyasada yatırımcıların bilgiye maliyetsiz ulaşması ve herhangi bir işlem maliyetine katlanmamaları da gerekmektedir (Karan, 2004: 271).

Piyasa etkinliği denildiğinde üç farklı tür tanımlanmaktadır. Bunlardan ilki yukarıda açıklandığı üzere bilgi etkinliğidir. Diğer iki tür ise faaliyet etkinliği ve kaynak dağılım etkinliğidir. Faaliyet etkinliğinde finansal piyasadaki aktörler

işlemlerini minimum maliyet ile gerçekleştirmektedirler. Kaynak dağılım etkinliğinde ise piyasadaki kaynakların optimum dağıldığı kabul edilmektedir (Karan, 2004: 272). Çalışmada özellikle ele alınacak olan piyasa etkinliği çeşidi bilgi etkinliği olacaktır. Model açıklanırken bundan sonraki kısımlarda etkin piyasa hipoteziyle ilgili bazı kavramlar ve dereceler incelenecektir.

2.1. Piyasa Etkinliğini Test Eden Modeller

Piyasalar etkinlik derecelerine göre üçe ayrılmaktadır. Bunlardan ilki “zayıf formda piyasa etkinliği”, ikincisi “yarı güçlü formda piyasa etkinliği” ve üçüncüsü de “kuvvetli formda piyasa etkinliği”dir. Derecelerine göre piyasa etkinliği türleri açıklanmadan önce piyasa etkinliğinin test edildiği modelleri açıklamak daha yararlı olacaktır. Bu modeller, “beklenen getiri ya da adil oyun modeli”, “Submartingale modeli” ve “rassal yürüyüş modeli”dir.

2.1.1. Beklenen Getiri ya da Adil Oyun Modelleri

Etkin piyasa hipotezine göre, fiyatı etkileyecek tüm bilgiler ve unsurlar fiyatlama sürecini tam olarak gösterebilecek bir eşitlikle ifade edilmeye çalışılmıştır. Bu eşitlik beklenen getiri modeliyle gösterilmiştir (Fama, 1970: 384-386). Bu modelde denklemler sırasıyla gösterilecek olursa;

$$E(\dot{P}_{c,t+1} | \Phi_t) = [1 + E(r_{c,t+1} | \Phi_t)] P_{c,t} \quad (2.1)$$

E: Beklenen değeri

$P_{c,t}$: t döneminde c varlığının fiyatını

$\dot{P}_{c,t+1}$: t + 1 döneminde c varlığının fiyatını

$r_{c,t+1}$: c varlığının bir dönemde getirisini (% olarak), $(\dot{P}_{c,t+1} - P_{c,t}) / P_{c,t}$

Φ_t : t döneminde fiyata yansıyan bilgi setini temsil etmektedir.

Denklemden P ve r harflerinin üzerinde yer alan ' işaretleri c varlığının fiyatının ve getirisinin içinde bulunduğu dönemde rassal olduğunu göstermektedir. Etkin piyasa hipotezine göre varlığın getirisi bilgi seti ile ilişkilidir. Bilgi seti ise piyasada yer alan tüm aktörler tarafından bilinebileceği için, bu bilgi ile yatırımcının normal üstü getiri sağlaması imkansız olacaktır. Bilgi setinin piyasaya ulaşma sıklığına bağlı olarak formül tekrar yazılacak olursa:

$$X_{c,t+1} = P_{c,t+1} - E(P_{c,t+1} \mid \Phi_t) \quad (2.2)$$

$$E(\dot{X}_{c,t+1} \mid \Phi_t) = 0 \quad (2.3)$$

Denklem (2.2) ve (2.3)'te yer alan $X_{c,t}$ terimi bilgi setinin piyasaya gelme sıklığına göre oluşmaktadır ve adil oyun (fair game) olarak ifade edilmektedir. $X_{c,t+1}$ terimi ise $t+1$ döneminde c varlığının t döneminde bilgi seti ile oluşan fiyattan fazla olan değeri ifade etmektedir (Fama, 1970: 385)

2.1.2. Submartingale Modeli

Bu model 18. yüzyılda Fransa'da kumar oynayanların uyguladıkları stratejilerden esinlenerek türetilmiştir. Oyun her kaybedildiğinde bir sonraki oyunda kaybedilen paranın iki katı kadar para koyulursa kazanılan ilk oyunda elde edilen kazanç en azından kaybedilen paraya eşit olacaktır. Finansal piyasalarda bu yöntemin uygulamasına bakıldığında, geleceğe yönelik fiyat tahmininde mevcut olan bilgi setinde en optimal tahminin şu andaki fiyata eşit olması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır (Çelik, 2007: 8-9).

$$E(\dot{P}_{c,t+1} \mid \Phi_t) \geq P_{c,t} \text{ ya da } E(\dot{f}_{c,t+1} \mid \Phi_t) \geq 0 \quad (2.4)$$

Yukarıdaki denklem esas alındığında ortaya şu sonuç çıkmaktadır. c varlığının bilgi seti dikkate alınarak tahmin edilecek gelecek fiyatı söz konusu varlığın bugünkü fiyatına eşit ya da büyük olması gerekmektedir. Bu durum beklenen getiri ya da adil oyun modelinin özel durumlarını göstermektedir (Fama, 1970: 386).

2.1.3. Rassal Yürüyüş (Random Walk) Modeli

Etkin piyasalar hipotezinin özel bir durumu olarak rassal yürüyüş modelinde, menkul varlığın şimdiki fiyatının ve şimdiki dönem getirisinin geçmiş yıllardan bağımsız olduğu varsayımı mevcuttur. Eğer menkul kıymetin değeri, gerçek değerden sapıyorsa bu muhtemelen yatırımcıların bilgi setini yanlış yorumlamasından kaynaklanıyor olabilir, zamanla bu farklılıklar giderilerek tekrar denge sağlanır denilmektedir (Hatipoğlu, 1999: 16). Rassal yürüyüş modeli şu şekilde denklem haline getirilmektedir (Fama, 1970: 386);

$$f(r_{c,t+1} \mid \Phi_t) = f(r_{c,t+1}) \quad (2.5)$$

Denklem (2.5)'te $r_{c,t+1}$ rassal değişkenin marjinal ve koşullu olasılık dağılımlarının eşit olacağını ifade etmektedir. Bu denkleme göre r_t 'nin dağılımının ortalamasının bilgi setinden bağımsız olduğu ifade edilmektedir.

$$E(f_{c,t+1} \mid \Phi_t) = E(f_{c,t+1}) \quad (2.6)$$

Bu durum beklen getiri modeli denklemini üzerinde gösterildiğinde yeni denklem yukarıdaki formu almaktadır. Yani $E(f_{c,t+1})$ dağılımının ortalamasının zaman içerisinde sabit olduğu sonucu anlaşılmaktadır (Fama, 1970: 387).

2.2. Etkin Piyasa Hipotezinde Bilgisel Etkinlik Türleri

Etkin piyasa hipotezinde etkinlik, üç ayrı durum için tanımlanmıştır. Bunlar, bilgiye sahip olan taraflara göre sınıflandırılmıştır. Zayıf formda, geçmiş fiyatların herkes tarafından edinildiği iddia edilirken, yarı güçlü formda ise geçmiş fiyat hareketlerinin haricinde kamuya açıklanan bilgiler de göz önünde bulundurulur. Diğer taraftan güçlü formda piyasa etkinliği, şirketin içerisinde bilgiye erişme imkanı olanların dahi normal üstü getiri sağlayamayacağını kabul etmektedir.

2.2.1. Zayıf Formda Piyasa Etkinliği

Zayıf formda piyasa etkinliğinde, piyasa fiyatlarının geçmiş senelerdeki fiyatlara ait tüm bilgilerin eksiksiz olarak yansıttığı kabul edilmektedir. Piyasaya ulaşan tüm bilgiler yatırımcıların tamamı tarafından aynı zamanda öğrenilir ve bu sayede hiç bir yatırımcı diğerlerine göre normal üstü getiri sağlayamaz. Bu durum piyasanın zayıf formda etkin olduğunu göstermektedir (Poshakwale, 1996: 605).

Zayıf formda piyasa etkinliği, serisel korelasyon, zaman serisi, koşu ve filtre testi gibi yöntemlerle test edilebilmektedir. Seriler arasında korelasyon olup olmadığı ya da serilerin geçmişteki değerleri tekrarlayıp tekrarlamayacağı incelenebilir (Karan, 2004: 274- 276)

2.2.2. Yarı Güçlü Formda Piyasa Etkinliği

Menkul kıymete ait sadece geçmiş fiyat bilgilerinin değil, kamuya iletilen tüm bilgi setinin finansal piyasalara yansıdığı piyasa türüdür. Menkul kıymetin fiyatı, kamuya açıklanması gereken tüm bilgileri içerecek şekilde oluşmuştur. Menkul kıymetle alakalı açıklanan bütün bilgiler piyasada işlem yapan tüm yatırımcılara aynı anda ve masrafsız bir şekilde ulaşacağı için hiç bir yatırımcının normalden daha fazla getiri elde etme imkanı olmayacaktır. Bu durumda olan bir piyasa yarı güçlü formda etkin olarak adlandırılmaktadır (Atan vd. 2009: 35).

Piyanın yarı güçlü formda etkin olup olmadığı çeşitli yöntemlerle test edilebilmektedir. Bunlardan ilki hisse senedi bölünmeleri testidir. Bir şirket hisse senedi bölünme haberini duyurduğunda o menkul kıymete yatırım yapanlar normalden fazla getiri edinebiliyorlarsa bu durumda o piyanın yarı güçlü formda etkin olduğu hipotezi reddedilebilir. Bir diğer yöntem yıllık kazanç duyuruları testidir. Firma yıllık kazancını açıkladıktan sonra firmanın menkul kıymetine yatırım yapan bir yatırımcı normalden fazla bir getiri sağlıyorsa yine benzer şekilde o piyanın yarı güçlü formda etkin olduğu hipotezi reddedilebilir. Son olarak aracı kurum önerileri testi uygulanabilir. Bu yöntemde yatırımcılara önerilerde bulunan aracı kurumların tavsiye ettikleri firmaları duyurmasının ardından yatırımcılar o firmaların menkul kıymetlerinden normal üstü getiri sağlıyorsa o piyanın yarı güçlü formda etkin olduğu hipotezi reddedilir (Karan, 2004: 277-278).

2.2.3. Güçlü Formda Piyasa Etkinliği

Etkin piyasa hipotezinin en uç türü olan güçlü formda piyasa etkinliğine göre, menkul kıymetin bugünkü fiyatının sadece geçmiş yılların fiyat hareketleri ya da kamuya açıklanmış bilgileri değil aynı zamanda kamuya açıklanmayan, firmanın çalışanlarının firma hakkında edindikleri bilgileri de içerecek şekilde oluştuğu kabul edilir (Fama, 1970: 383). Firmada muhasebe ya da finans departmanında çalışanlar veya firmada üst düzey görevde olan kişilerin kamuya açıklanmamış, içeriden edindikleri bilgiler ile normal üstü getiri sağlayamayacağı, menkul kıymetin bu günkü fiyatının açıklanmamış olan bilgileri dahi içererek oluştuğu varsayılır. Bu

durumda olan bir piyasa, güçlü formda etkin olarak kabul edilebilir (Sancak, 2012: 117).

Piyananın güçlü formda etkin olup olmadığı iki yöntemle test edilebilir. Bunlardan ilki içeriden öğrenenlerin ticaretine yönelik testlerdir. Firmanın kamuya açıklanmayan özel bilgilerine erişebilen şirket ortakları ya da çalışanların o firmanın menkul kıymetlerinden normal üstü getiri sağlaması o piyananın güçlü formda etkin olmadığı anlamına gelmektedir. Bir diğer yöntemde ise yatırım fonu ve büyük portföylerin yöneticilerine yönelik testlerdir. Yatırım fonlarının normal üstü getiri sağlaması güçlü etkinliği reddetmek için tek başına yeterli olmamaktadır. Burada yapılması gereken en önemli husus menkul kıymetin riske uyarlanmış hale getirilmesidir (Karan, 2004: 279-280).

2.3. Piyasa Etkinliğini Bozan Anomaliler

Fama (1970) tarafından ortaya konan etkin piyasa hipotezinin tüm piyasalarda geçerli olup olmadığı birçok çalışmanın konusu olmuştur. Yapılan ampirik uygulamalarda kesin bir görüş birliği ortaya çıkmamış olup bazı durumlarda piyasadaki yatırımcıların normal üstü kar elde edebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Yatırımcıların nasıl normal üstü getiri sağladıklarını açıklamaya yönelik birçok görüş ortaya atılmıştır. Aşağıda açıklanacak maddelerde bu görüşlerin detayları incelenecektir.

2.3.1. Düşük Fiyatlı Hisse Senedi Anomalisi

Literatürde yer alan bazı çalışmalara göre, yatırımcıların daha fazla getiriye sahip olduğu gerekçesiyle düşük fiyatlı hisse senetlerini tercih ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan ampirik çalışmalarda kesin bir görüş birliği olmamakla beraber, hipotezi doğrulayan ve reddeden çalışmalar mevcuttur (Karan, 2004: 281).

2.3.2. Fiyat-Kazanç Oranı Anomalisi

Fiyat- kazanç oranı bir firmanın piyasa değerinin net karından kaç kat fazla olduğunu gösteren bir orandır. Bir başka tanıma göre ise, menkul kıymetin bir birimlik kazancı için yatırımcıların ne kadarlık bir tutarı ödemeye razı olduklarını gösteren bir orandır (Nargelecekenler, 2011: 166).

Basu (1977) tarafından New York Stock Exchange'de işlem gören bazı firmalar için yaptığı araştırmada düşük fiyat-kazanç oranına sahip hisse senetlerinin yatırımcılarına daha yüksek fiyat-kazanç oranına sahip hisse senetlerinden daha yüksek getiri sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Literatürde yer alan çalışmalarda kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Örneğin, Banz ve Breen (1986), New York borsası ve AMEX için yaptığı çalışmada Fiyat-Kazanç oranı anomalisinin varlığına ilişkin bir kanıt bulamamıştır.

2.3.3. Fiyat-Satış Oranı Anomalisi

Fiyat-satış oranı bir firmanın hisse senedi fiyatının son bir yıllık hisse başına net satış değerine oranı şeklinde bulunmaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçlarına göre fiyat- satış oranını dikkate alarak alım yapan yatırımcıların normal üstü getiri sağlayabildikleri ifade edilmiştir (Karan, 2004: 283). Senchack ve Martin (1987) ve Barbee, vd.(1996), fiyat-satış oranı anomalisinin geçerliliğini tespit eden çalışmalara örnek olarak gösterilebilir.

2.3.4. Pazar Değeri-Defter Değeri Anomalisi

Pazar değeri-defter değeri oranı bir firmanın hisse senedi fiyatının hisse başına öz sermaye değerine oranı şeklinde bulunur (Karan, 2004: 284). Bu oranın düşük olan firmaların hisse senedi getirilerinin yüksek oranlı firmaların hisse senedi getirisinden yüksek olduğu sonucu bazı çalışmalarda elde edilmiştir. Rouwenhorst (1999) ve Yıldırım (2005)'in çalışmaları bu anomalinin varlığını desteklemektedir.

2.3.5. Haftanın Günleri Etkisi

Haftanın günleri etkisi konusunda öncü çalışma Fields (1931)'e aittir. Fields'in çalışması, cumartesi günkü ortalama getirinin cuma ve pazartesi günlerinden daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer bir çalışmada ise Osborne (1959), hisse senetlerinin pazartesi günkü getirilerinin cuma günkü getiriye göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan incelemelerde haftanın günleri etkisi ile ilgili net sonuçlar olmamakla birlikte, hafta sonu piyasaların kapalı olmasından dolayı piyasaya gelen olumsuz haberlerin etkilerinin pazartesi günü piyasaları etkilediği ve bu yüzden pazartesi günkü getirilerin daha düşük olduğu fikri ağır basmaktadır.

2.3.6. Ocak Ayı Anomalisi

Literatürde yer alan çalışmalarda Ocak ayında hisse senedi getirilerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu sonucuna sıklıkla rastlanılmıştır. Örneğin, Rozeff ve Kinney (1976) ABD için yaptıkları çalışmada, hisse senedi getirilerinin diğer aylara kıyasla yaklaşık sekiz kat daha fazla arttığını tespit etmiştir. Haug ve Hirschey (2006)'ın çalışmaları da Ocak ayı anomalisinin varlığını desteklemektedir. Bu konuda çalışma yapan araştırmacılar, Ocak ayında hisse senedi getirilerinin yükselmesini, firmanın hisse senedine sahip olan firmaların vergi matrahlarını düşürmek için bir önceki sene sonunda bu varlıkları sattığını, Ocak ayında tekrar aldıkları zaman da hisse senedinin fiyatını artırdıklarını ifade etmişlerdir (Atakan, 2008: 100).

2.3.7. Ay İçi Anomalisi

Ariel (1987) çalışmasında, bir sene içerisinde herhangi bir ayda, ayın iki döneme bölünmesi ile getirilerin ilk 15 gün ve son 15 günde değişimini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ayın ilk 15 gününde hisse senetlerinin getirisinin son 15 günden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer anomalilerde olduğu gibi ay içi anomalisi konusunda da kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Ariel'in açıklamasına göre, ücret ödemelerinin ayın ilk kısmında yapılması piyasaya likidite sağlar ve böylece hisse senetlerinin getirisi artar.

2.3.8. Tatil Öncesi Anomalisi

Resmi ya da dini tatiller öncesinde ve sonrasında hisse senedi getirilerinin ne yönde hareket ettiği, yatırımcılara normal üstü getiri sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Lakonishok ve Smidt (1988) çalışmalarında, tatil öncesi (pre-holiday) dönemde hisse senedi getirilerinin tatil sonrası (post-holiday) dönem getirilerinden daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

2.3.9. İş Döngüsü Anomalisi

İş döngüsü anomalisine göre ekonominin canlı olduğu dönemlerde piyasada nakit akışı olur ve hisse senetlerinin getirisi normal üstü gerçekleşebilir. Piyasanın durgunluk ya da daralma eğiliminde olduğu dönemlerde ise hisse senetlerinin getirisi düşebilir (Karan, 2004: 292).

2.3.10. Firma Büyüklüğü Anomalisi

R. W. Banz (1981) NYSE'de en az beş sene işlem görmüş hisse senetlerini firma büyüklüğüne göre sınıflandırmış, yaptığı analiz sonucunda da firmaların büyüklüğü ile getiri arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğunu tespit etmiştir. Kısacası en küçük firmanın uzun dönemde en yüksek getiriyi sağlayabildiği sonucuna ulaşmıştır.

2.3.11. İhmal Edilmiş Firma Anomalisi

Sermaye piyasalarında işlem gören bazı hisse senetleri, diğerlerine nazaran daha düşük işlem hacmine sahip olabilmektedir. Bu anomaliye göre göz önünde bulunmayan, işlem hacmi düşük olan hisse senetlerinin getirisi diğerlerine göre yüksek olabilmektedir (Ergün, 2009: 31). Downen (1989), Tripathi ve Tripathi (2006)'nin çalışmaları ihmal edilmiş firma anomalisinin geçerliliğini tespit etmiştir.

2.3.12. Hisse Bölünmesi ya da Bedelsiz Hisse Senedi Anomalisi

Hisselerin bölünmesi ya da bedelsiz hisse senedi dağıtımı yapılarak şirketin değeri düşmeden hisse senetlerinin fiyatlarının düşürülmesi yoluyla normal üstü getirinin sağlanabildiği sonucuna ulaşılan çalışmalar bu anomaliyi desteklemektedir. Söz konusu anomali, değeri düşen hisse senetlerinin zamanla hızlı bir şekilde kıymetlenerek yatırımcılara yüksek getiri sağlayabilmesi şeklinde açıklanmaktadır (Karan, 2004: 295)

2.4. Spot ve Türev Piyasalarda Fiyat Oluşumunu Açıklayan Modeller

Spot ve türev piyasalarda fiyat oluşumunu açıklamaya çalışan modeller, futures (vadeli işlemler) piyasası ve opsiyon piyasası şeklinde ayrı olarak ele alınmıştır. Her bir piyasa için fiyat oluşumunu açıklayan modeller aşağıda detaylarıyla açıklanma çalışılmıştır.

2.4.1. Beklentiler Hipotezi

Beklentiler hipotezine göre; herhangi bir vadeli işlem sözleşmesinin şu andaki alım fiyatı ile sözleşmeye konu olan varlığın teslim tarihindeki beklenen fiyatı birbirlerine eşittir. Bu durum basit bir formülle gösterilecek olursa (Karan, 2004: 586-587):

$$P_f = P_s \quad (2.7)$$

P_f = Vadeli işlem sözleşmesinin cari alış fiyatı

P_s = Varlığın teslimat zamanındaki spot alım fiyatı

Bu hipoteze göre kişiler varlığın fiyatıyla ilgili tüm bilgilere sahip olursa beklenen fiyat ile spot fiyat vade sonunda birbirine eşit olacaktır. Böyle bir durumda arbitraj ya da spekülasyon saikiyle kazanç elde etme imkanı olmayacaktır.

Piyasaya bilginin tam olarak yansıyamadığı ya da tahmin edilen ve gerçekleşen fiyatlar birbirinden farklı olduğu piyasalarda ise beklentiler kısa dönemli cari faiz oranı ile gelecekte beklenen kısa dönemli faiz oranlarının toplamıyla hesaplanacaktır. Bu durum (2.8) no'lu denklem yardımıyla gösterilmektedir (Chambers, 2012: 29-30);

$$(1+rs_T)^T = [(1+rs_1)(1+{}_1rg_2).....(1+{}_{T-1}rg_T)]^{1/T} \quad (2.8)$$

rs_T = T zamanı için geçerli uzun dönemli faiz oranı

rs_1 = Cari dönemde geçerli 1 senelik faiz oranı

$1+{}_{T-1}rg_T$ = T zamanında başlayan ve gelecek için beklenen faiz oranı

T = Vade süresi

Denkleme göre, ilk yıl cari faiz oranı eşitliğin sağ tarafında ilk parantez içerisinde gösterilen değeri oluşturmaktadır. Ondan sonra gelen parantezlerdeki değerler ise teslim tarihine doğru diğer yıllarda beklenen faiz oranlarını göstermektedir. Eşitliğin sol tarafı ise sözleşme tarihinden varlığın teslimine kadar geçecek sürede beklenen uzun vadeli toplam faiz oranını yansıtmaktadır.

2.4.2. Taşıma Maliyetleri Hipotezi

Bu hipotezde taşıma maliyeti, varlığı elinde bulunduranın vade sonuna kadar katlanması muhtemel giderleri ifade etmektedir. Bu giderler; depolama, nakliye, sigorta vb. harcamaları kapsamaktadır (Sequeira ve McAleer, 2000: 278). Bunun yanında, dayanak varlığı elinde bulunduran kişi vade sonuna kadar bu varlıktan gelir elde ederek kullanım kolaylığı sağlayabilir. Bu durumu da hesaba katarak taşıma maliyetlerini şu şekilde göstermek mümkündür; (Yıldırak vd. 2008: 16-17).

$$\text{Taşıma Maliyetleri} = \text{Finans Maliyeti} + \text{Depolama} + \text{Sigorta} - \text{Kullanım Kolaylığı} \quad (2.9)$$

Bir varlığın vadeli işlem fiyatı hesaplanırken spot fiyatının üzerine taşıma maliyeti de eklenir. Böylece sözleşmede yazılacak tutar şu şekilde hesaplanır (Kayalidere vd. 2012: 139)

$$\text{Vadeli İşlem Fiyatı} = \text{Spot Fiyatı} + \text{Taşıma Maliyetleri} \quad (2.10)$$

Taşıma maliyetleri modeli teorik olarak bazı varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayımlar (Sayılğan, 2011: 487):

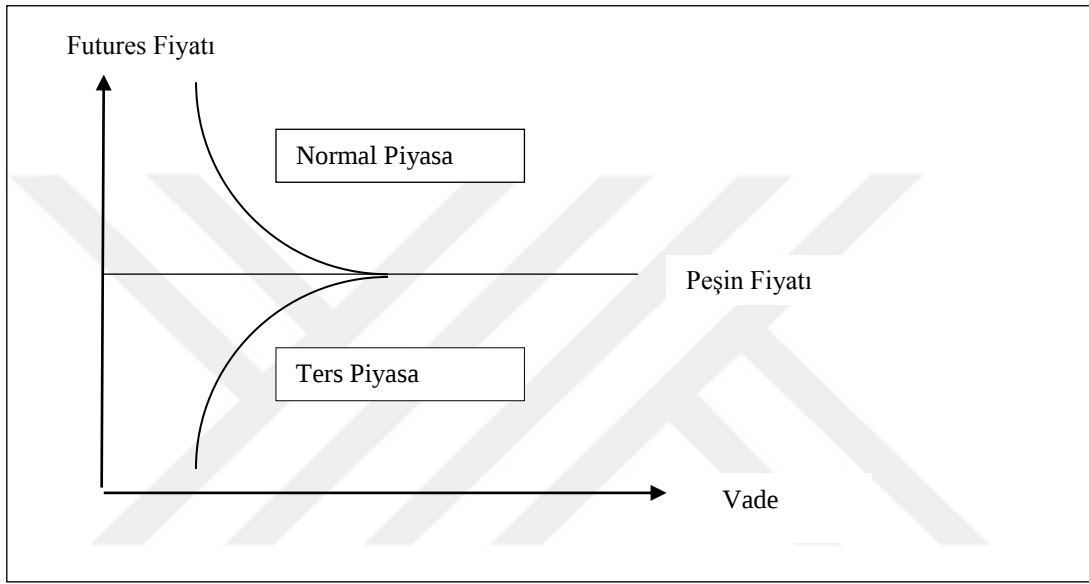
- Dayanak varlığın nicelik ya da nitelik açısından değişmemesi gerekmektedir.
- Borç alınan ya da borç verilen miktar konusunda herhangi bir kısıt yoktur.
- Bilgi edinirken ya da işlem yaparken maliyet sıfırdır.
- Teminat riski ve vergi bulunmamaktadır.

Vadeli işlem sözleşmesinin cari alış fiyatı (P_f) ile varlığın teslimat zamanındaki spot alım fiyatı (P_s) arasındaki fark “Baz” olarak adlandırılmaktadır. Eğer baz 0 olarak bulunursa, piyasanın taşıma maliyeti yöntemi ile fiyatları doğru olarak belirlediği, beklentiler hipotezinin geçerli olduğu kabul edilir (Gözcör, 2008: 56). Ama baz her zaman 0’a eşit olmayabilir. Bu durum normal piyasalar (normal contango) ve ters piyasalar (normal backwardation) şeklinde açıklanmaya çalışılmıştır.

2.4.2.1. Normal Piyasa (Contango) ve Ters Piyasa (Backwardation) Hipotezi

Vadeli işlem fiyatları spot fiyatların yansız bir tahmininden ibarettir. Türev piyasaların amaçlarından birisi olan riskten korunma güdüsü ile hareket eden ve kısa pozisyonda olan hedgerler, uzun vadeli işlemler yerine kısa vadeli işlemleri tercih etmeye yatkındırlar. Spekülatörler ise tam tersi bir düşünceye sahiptir. Hedgerler spekülatörleri kısa vadeli işlem yapmaya ikna etmek için kısa pozisyondaki beklenen getiriyi risksiz oranın üzerinde tutması gerekmektedir. Bu durumda vadeli işlem fiyatı spot fiyattan yüksek olacaktır. Buna normal piyasa (normal contango) adı verilmektedir (Miffre, 2000: 804).

Normal piyasanın tersi bir durum olarak spot fiyatın vadeli işlem fiyatından yüksek olduğu durum da ters piyasa (normal backwardation) olarak adlandırılmaktadır. Ters piyasa şartları özellikle tarımsal ürünler için gerçekleştirilen vadeli işlem sözleşmelerinde ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, vade sonunda tarımsal ürünün rekoltesinin çok düşük olması spot piyasadaki fiyatını aşırı derecede artırabilir (Çelik, 2012: 48).



Şekil 2.1: Normal ve ters piyasa.

Kaynak: Chambers, 2012: 11

Yukarıdaki grafikte anlatılan durum, vade yaklaştıkça bazın daralacağını ve spot fiyatı ile vadeli işlem fiyatlarının birbirine yaklaşmaya başlayacağını ifade etmektedir. Riskten kaçınanların ve spekülörlerin sözleşme yapılırken beklentileri ve piyasada oluşan fiyatlar arasındaki farklılık vade tarihi yaklaştıkça azalmaktadır (Chambers, 2012: 11).

2.4.3. Opsiyon Sözleşmelerinde Fiyatlandırma Modelleri

Opsiyon primleri belirlenirken, temel olarak ikiye ayrılan opsiyon türüne göre fiyatlandırma modeli ortaya konulmuştur. Amerikan tipi opsiyon sözleşmelerinin primleri belirlenirken “Binom Opsiyon Fiyatlandırma Modeli”, Avrupa tipi opsiyon sözleşmelerinin primleri belirlenirken “Black-Scholes Opsiyon Fiyatlandırma Modeli” kullanılmaktadır.

Opsiyon fiyatlama modelleri incelenmeden önce opsiyon fiyatlarını etkileyen unsurların incelenmesi faydalı olacaktır. Bu unsurlardan sonra da opsiyon sözleşmelerinde fiyatlandırma modelleri incelenecektir.

2.4.3.1. Opsiyon Fiyatlarını Etkileyen Unsurlar

Opsiyon fiyatlarını etkileyen altı unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar; opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın cari fiyatı, anlaşma (kullanım fiyatı), opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan zaman, sözleşmeye konu olan varlığın fiyatının oynaklığı, risksiz faiz oranı ve varlığın kar payıdır (Hull, 1997: 151-152).

2.4.3.1.1. Opsiyon Sözleşmesine Konu Olan Varlığın Fiyatı

Opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın fiyatı, opsiyon priminin belirlenmesi için kilit bir rol oynamaktadır. Sözleşmeye konu olan varlığın fiyatı yükseldiğinde diğer tüm unsurlar sabitken alım opsiyonunun değeri artar. Satış opsiyonlarında ise opsiyonun değeri düşer (Sancak, 2012: 270). Başka bir ifadeyle açıklamak gerekirse, dayanak varlığın değeri ne kadar yükselirse, alım opsiyonları için karlılık ve talep o kadar artacak ve opsiyonun primi yükselecektir. Dayanak varlığın fiyatının yükselmesi, satım opsiyonlarının arzını daraltır ve fiyatları düşürür.

2.4.3.1.2. Anlaşma (Kullanım) Fiyatı

Anlaşma (kullanım) fiyatı, dayanak varlığın alım ya da satışı için sözleşme yapılırken belirlenen fiyatı ifade etmektedir. Dayanak varlığın anlaşma fiyatı ile spot piyasadaki fiyatları, opsiyonun getirisini göstermektedir. Alım ve satış opsiyonlarında bu getiri basit bir denklemle gösterilecek olursa (Chambers, 2012: 92):

$$\text{Alım Opsiyonunun Getirisi} = \text{Varlığın Spot Fiyatı} - \text{Anlaşma Fiyatı} \quad (2.11)$$

$$\text{Satış Opsiyonunun Getirisi} = \text{Anlaşma Fiyatı} - \text{Varlığın Spot Fiyatı} \quad (2.12)$$

Yukarıdaki denklemler incelendiğinde, anlaşma fiyatı düştüğünde alım opsiyonunun getirisi artacak ve opsiyonun değeri artacaktır. Satış opsiyonlarında ise bunun tam tersi bir durum söz konusu olacaktır. Anlaşma fiyatı düştüğünde

opsiyonun değeri azalacaktır. Anlaşma fiyatı arttığında ise alım opsiyonlarının getirisi ve değeri düşecek, satım opsiyonlarında ise artacaktır.

2.4.3.1.3. Opsiyon Sözleşmesinin Vadesine Kalan Zaman

Diğer unsurlar sabitken, dayanak varlığın teslimatı için sözleşmede belirlenen süre ne kadar uzun olursa alım veya satış opsiyonlarının değeri de o kadar yüksek olacaktır. Literatürde bu konuyla alakalı gerekçe ise, vadenin uzun olması gelecekte ortaya çıkabilecek gelişmelerin varlığın değerini yükseltebileceği ve daha fazla getiri sağlayabileceği beklentisidir (Karan, 2004: 645).

2.4.3.1.4. Sözleşmeye Konu Olan Varlığın Fiyatının Oynaklığı

Dayanak varlığın fiyatının oynaklığı, varlığın fiyatının artı ya da eksi ne kadar değişken olduğunu ifade etmektedir. Bir varlığın oynaklığı ne kadar yüksek olursa o varlık için yapılan sözleşmenin de değeri yüksek olmaktadır. Yani oynaklık ile opsiyon değeri arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Çiloğlu, 2012: 17).

2.4.3.1.5. Risksiz Faiz Oranı

Risksiz faiz oranı, opsiyon sözleşmesi için ödenen paranın faize yatırıldığında sağlayacağı getiriyi yani fırsat maliyetini temsil etmektedir. Risksiz faiz oranı artarsa anlaşma fiyatının bugünkü değeri azalacağı için alım opsiyonunun fiyatı artar, satım opsiyonunun fiyatı ise azalır (Ayaz, 2011: 62).

2.4.3.1.6. Varlığın Kar Payı

Hisse senedi opsiyonlarında dönem içerisinde dağıtılan kar payları alım opsiyonunun değerini düşürürken, satım opsiyonunun değerini ise artırmaktadır (Chambers, 2012: 94-95). Dağıtılan hisse senedi kar payları yatırımcıları opsiyon sözleşmesi yerine spot piyasadan hisse senedi almaya teşvik edecektir. Bu da alım opsiyonuna olan talebi düşürerek opsiyonun değer kaybetmesine neden olmaktadır.

2.4.3.2. Black - Scholes Modeli

Black – Scholes modeli, Avrupa tipi opsiyon sözleşmelerinin fiyatlarının belirlenmesi amacıyla Fischer Black ve Myron Scholes tarafından geliştirilmiştir. Bu model sadece fiyat oluşumunun açıklanmasına değil yatırımcıların risklerden

korunarak daha objektif kararlar almasına da yardım etmektedir (Chambers, 2012: 107).

Black - Scholes modelinin temel amacı, sermaye piyasasında denge sağlanmışken alım ve satım opsiyonlarının fiyatlarının teorik olarak oluşturulması, bu fiyatlara göre oluşturulan portföyden elde edilecek getirinin de risksiz faiz oranını karşılamasıdır (Chambers, 2012: 112).

Black - Scholes opsiyon fiyatlama modelinin temel varsayımları şunlardır (Black ve Scholes, 1973: 640):

- Risksiz faiz oranı, opsiyon sözleşmesinin vadesine kadar sabittir.
- Sözleşmedeki dayanak varlığın fiyatının logaritması normal dağılıma sahiptir.
- Dayanak hisse senedinin sözleşme vadesi boyunca kar payı ya da başka bir getirisi yoktur.
- Yapılan işlemlerin hiç birinde işlem maliyeti söz konusu değildir.
- Avrupa tipi opsiyon modelleri için bu model kullanılabilir.
- Piyasaların etkinliği sorunsuz olmalı.
- Menkul kıymet piyasasında açığa satış olanağı vardır.

Yukarıdaki varsayımlardan hareketle oluşturulan Black - Scholes alım ve satım opsiyonları şu şekilde formüle edilmiştir (Black ve Scholes, 1973):

$$\text{Alım Opsiyonu İçin} \quad C = SG(d_1) - Ke^{rT}N(d_2) \quad (2.13)$$

$$\text{Satım Opsiyonu İçin} \quad P = -SG(-d_1) + Ke^{-rT}N(-d_2) \quad (2.14)$$

Formüldeki ifadelerin açıklamaları;

S :Dayanak varlığın Fiyatı

G(d₁),(d₂) : Kümülatif normal dağılım fonksiyonu

K: Opsiyonun uygulama fiyat

r : Risksiz faiz oranı

$e : 2,71828$ (Sabit sayısı)

T : Vade süresi

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

$$d_2 : d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$\sigma\sqrt{T}$: Opsiyonun vadesi boyunca hisse senedinin oynaklığına bağlı olarak karda ya da zararda kalma tutarı

Black - Scholes opsiyon fiyatlama modelinde opsiyonun değeri sözleşmeye konu olan varlığın beklenen getirisi tarafından belirlenmez. Opsiyonun değeri, dayanak varlığın cari fiyatı, anlaşma fiyatı ve varlığın getirisinin oynaklığı tarafından belirlenir. Bu denklemde varlığın getirisinin oynaklığının hesaplanması zor olabilir. Oynaklığı hesaplamak için geçmiş fiyat değişimleri kullanılarak tahmin yapılabilir (Black ve Scholes, 1973: 641).

Modelde eğer $G(d_1)$ ve $G(d_2)$, 1'e yakın olursa bu opsiyonun uygulanma ihtimalinin yüksek olduğu anlamına gelir. Bu durum, alım opsiyonunun değerinin $S - Ke^{-rT}$ ifadesine eşit olduğu anlamına gelmektedir. $G(d_1)$ ve $G(d_2)$ terimleri 0'a yakınsa bu hisse senedinin getirisinin 0'a yakın olduğunu yani opsiyonun kullanılmayacağını ifade etmektedir (Karan, 2004: 654).

2.4.3.3. Opsiyon Priminin Duyarlılığı

Opsiyon priminin duyarlılığı, opsiyon fiyatını etkileyen unsurlardaki değişikliklerin fiyatı nasıl etkilediğini açıklamaktadır. Bu değişkenler ve opsiyon fiyatı arasındaki ilişki “delta, lambda, gamma, theta, vega ve rho” şeklinde adlandırılmıştır. Çalışmanın bu kısmında söz konusu değerler incelenecektir. Bu unsurlar incelenirken kullanılacak formüllerdeki semboller ve değerler Black – Scholes modelindekilerle aynıdır.

2.4.3.3.1. Delta

Delta, opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın fiyatındaki bir birimlik değişimin opsiyon fiyatında ne kadar değişime yol açtığını gösterir. Bir alım

opsiyonunun delta değeri 0 ve 1 arasında yer alır. Satım opsiyonları için delta değeri ise 0 ile -1 arasında değer alır (Chambers, 2012: 118-119). Black – Scholes modelinden hareketle delta değeri alım ve satım opsiyonları için şu şekilde hesaplanabilir (Alpan, 1999: 173);

$$\Delta c = \frac{\partial C}{\partial S} = G(d_1) \quad \text{Alım opsiyonu için delta} \quad (2.15)$$

$$\Delta p = \frac{\partial P}{\partial S} = G(d_1) - 1 \quad \text{Satım opsiyonu için delta} \quad (2.16)$$

Modelde, C alım opsiyonunun fiyatındaki değişmeyi, S dayanak varlığın spot piyasadaki fiyat değişimini, P ise satım opsiyonunun fiyatındaki değişimi temsil etmektedir. Eğer alım opsiyonu başa baş noktasında yer alıyorsa deltanın değeri 0.5 olacaktır. Eğer alım opsiyonunun delta değeri 0.7 gibi bir değer ise bu spot fiyattaki bir birim artışın opsiyon fiyatını 0.7 artıracak anlamına gelmektedir. Eğer delta değeri 0 ise bu, opsiyonun zararda olduğunu ve spot fiyat değişiminden etkilenmediğini gösterir.

Delta unsuru hedge oranı ile yakın ilişki içerisindedir. Hedge oranı deltanın tersi ile hesaplanır (Chambers, 2012: 179).

$$h = \frac{\partial S}{\partial c} = \frac{1}{\text{Delta}} \quad (2.17)$$

Yatırımcı yukarıdaki denkleme bakarak portföyünde değişiklik yapar ve kendisini risklerden korur. Fiyat hareketlerini tam olarak yansıtacak miktarda opsiyon sözleşmesi yaparak kendisini tam korumaya almaya çalışır.

2.4.3.3.2. Gamma

Gamma, opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın fiyatındaki bir birim değişiminin opsiyonun delta değerinde ne kadarlık bir değişmeye neden olduğunu gösteren bir ölçüdür. Başka bir ifade ile deltanın sözleşmeye konu olan varlığın fiyatındaki değişime duyarlılığıdır (Sancak, 2012: 135). Gamma değeri hesaplanırken opsiyon fiyatının dayanak varlığa göre ikinci türevi alınır (Chambers, 2012: 120);

$$Gamma = \frac{\partial c}{\partial S} = \frac{\partial^2 c}{(\partial S)^2} \quad (2.18)$$

Eğer gamma pozitif bir değer alıyorsa bu dayanak varlığın fiyatındaki bir artışın deltayı da artıracığı, azalışın da deltayı azaltacağı anlamına gelmektedir.

2.4.3.3.3. Theta

Theta, opsiyonun zamana karşı olan duyarlılığını göstermektedir. Bu değerle zamandaki bir birimlik değişimin opsiyonun değerini ne kadar değiştirdiği sonucuna ulaşılabilmektedir. Bir birim zaman, yedi günlük bir süreci içermektedir. Ayrıca sözleşmenin vadesi yaklaştıkça, diğer faktörler sabitken, opsiyonun zaman değeri düşmektedir. Bu yüzden theta değerinin negatif olması beklenir (Sancak, 2012: 383).

Theta değeri hesaplanırken opsiyon fiyatının zamana göre türevi alınır (Chambers, 2012: 120);

$$Theta = \frac{\partial c}{\partial T} \quad (2.19)$$

Yukarıdaki denklemde, daha önceki denklemlerde olduğu gibi, c opsiyon fiyatındaki değişimi temsil etmektedir. T ise, zamandaki değişimi gösterir.

2.4.3.3.4. Vega

Vega değeri, sözleşmeye konu olan varlığın fiyatının oynaklığının opsiyonun değerini ne kadar değiştirdiğini göstermektedir. Oynaklık ne kadar yüksek olursa opsiyonun değeri de o kadar yüksek olacaktır. Uzun vadeli opsiyonlarda dayanak varlığın oynaklığı yüksek olduğu için getiri ihtimali de artmaktadır. Vade kısaldıkça oynaklık azalacak ve opsiyonun değeri de azalacaktır (VOB, 2010). Vega şu şekilde hesaplanmaktadır (Chambers, 2012: 121):

$$Vega = \frac{\partial c}{\partial \sigma^2} \quad (2.20)$$

Yukarıdaki denklem, opsiyon fiyatında yaşanan değişimin türevinin, varlığın oynaklığındaki değişime oranını temsil etmektedir.

2.4.3.3.5. Lambda

Lambda değeri, bir opsiyon sözleşmesinin fiyatındaki beklenen yüzdesel değişimin, dayanak varlığın fiyatının beklenen değişimine oranı şeklinde hesaplanmaktadır. Lambda değerinin yüksek olması opsiyon fiyatının oynaklığa daha duyarlı olduğu anlamına gelmektedir (Sancak, 2012: 241).

2.4.3.3.6. Rho

Risksiz faiz oranında meydana gelen bir birimlik artışın opsiyon fiyatında ne kadarlık bir değişikliğe yol açtığını gösteren değerdir. Bu değer uzun vadeli opsiyonlarda kısa vadeli opsiyonlara göre daha yüksek değer almaktadır. Rho değeri, alım opsiyonlarında pozitif, satım opsiyonlarında ise negatif değer alır (Çiloğlu, 2012: 20). Bu değer şu şekilde hesaplanmaktadır (Ruttiens, 2013: 201).

$$Rho = \frac{\partial C}{\partial r} = TKe^{-rT}G(d_2) \quad (2.21)$$

Denklemden, r risksiz faiz oranını, K opsiyonun bozulma fiyatını, G standart normal kümülatif dağılım fonksiyonunu, T opsiyonun vadesine kalan süreyi temsil etmektedir.

2.4.3.4. Binomial Opsiyon Fiyatlama Modeli

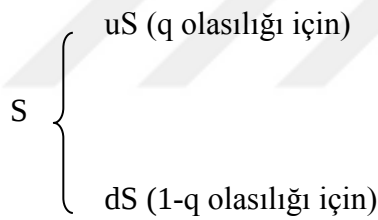
Binomial Opsiyon Fiyatlama modelinde, opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın farklı aşamalarda iki farklı fiyattan birisini takip edeceği varsayımıyla hareket edilmektedir. Bu modelde rassal yürüyüş hipotezinin geçerli olduğu varsayılır. Daha basit bir şekilde model açıklanacak olursa, vadesi gelmeden önce kullanılabilen Amerikan tipi opsiyonlarda belirli tarihlerde opsiyon fiyatlarının aşağı ya da yukarı yönlü fiyat değişimlerine uğrayabileceği üzerine iki tahmin yapılır. Daha sonra ulaşılan alt ya da üst değer, farklı bir zamanda yine iki farklı fiyat tahmini şeklinde açılım yaparak genişlemeye devam eder (Sancak, 2012: 55).

Model hedging stratejilerinin etkinliğini temel almaktadır. Riskten kaçınmak isteyen yatırımcı, binom ağacında aşağı yönlü zarar durumunu gördüğü anda opsiyonu devam ettirmeyecektir. Eğer kar yönlü bir değişiklik fark ederse opsiyonu devam ettirmeye karar verebilecektir.

Bu model de oluşturulurken bazı temel varsayımlara dayandırılmıştır (Cox vd. 1979: 233-234);

- Piyasalar mükemmel işlemektedir, herhangi bir işlem maliyeti yoktur.
- Faiz oranı sabittir.
- Her bir dönem içerisindeki faiz oranı, hisse senedinin artış ya da azalış oranları bilinmektedir.
- Kar payı ödemesi yoktur.

Hisse senedinin ayrı dönemlerde çarpımsal bir binom süreci izlediğini varsayalım. Her dönemde hisse senedinin getiri oranı iki olasılıklı olabilir. Olasılıklardan birisi q olsun ve bu olasılık için değer $u - 1$, olasılık $1 - q$ için değer $d - 1$ olsun. Hisse senedinin fiyatı S denirse dönem sonunda hisse senedi uS ya da dS olabilecektir. Burada u ve d belirli bir sürede dayanak varlığın getirisinin yüzdesidir. Bu durum bir diyagramla gösterilecek olursa (Cox vd. 1979: 232);



q olasılığının gerçekleştiği bir durumda hisse senedinin getirisi uS olacak. Yani opsiyonun sürdürülmesi olasılığı durumu vardır. $1 - q$ olasılığının gerçekleştiği durumda ise hisse senedinin değeri dS olur. Yani hisse senedinin getirisi negatif olacaktır. Bu durumda hisse senedi için opsiyonun bitirilmesi durumu ortaya çıkacaktır.

Opsiyon fiyatının f , hisse senedinin fiyatının da S olduğu varsayılsa, risksiz faiz oranı ile iskonto edilen portföyün beklenen değeri sonuç olarak portföyün şimdiki değerini gösterecektir. Bu durum formülle gösterilecek olursa (Chambers, 2012: 103).

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1 - p)f_d] \quad (2.22)$$

bu denklemdeki p ifadesi;

$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d}$$

Bu formül tek dönemli binomial modeli kullanılarak opsiyon sözleşmesinin fiyatlandırılmasına yardımcı olur. Denklem 2.22'de hisse senedi, sözleşmenin anlaşma fiyatı, risksiz faiz oranı ile gelecekte işlem gününde hisse senedinin olası fiyatını belirleyen u ve d gibi parametreler opsiyon fiyatını belirleyen faktörlerdir ya da daha farklı bir ifadeyle bu değişkenler opsiyon fiyatının fonksiyonudur (Chambers, 2012: 104).

Bir alım opsiyonunun değerini bulabilmek için en basit durum ile işlem irdelendiğinde, vade tarihinden bir dönem önce "B" alım opsiyonunun cari değeri olsun. Hisse senedi fiyatı uS'ye giderse opsiyonun değeri Bu, dS'ye giderse Bd olur. Alım opsiyonunun vadesine sadece bir dönem kaldığı için sözleşmenin şartları ve kullanılıp kullanılmayacağı şu şekilde tahmin edilebilmektedir (Cox vd. 1979: 233);

$$Bu = \max [0, uS - K] \text{ ve } Bd = \max [0, dS - K] \quad (2.23)$$

$$B \begin{cases} Bu = \max [0, uS - K] & (q \text{ olasılığında}) \\ Bd = \max [0, dS - K] & (1 - q \text{ olasılığında}) \end{cases}$$

Bu aşamadan sonra döviz ve hisse senedini de içeren risksiz bir portföy oluşturulduğunu varsayalım. Bu durumda;

$$\Delta S + F \begin{cases} \Delta uS + rF & (q \text{ olasılığında}) \\ \Delta dS + rF & (1 - q \text{ olasılığında}) \end{cases}$$

Bu aşamada Δ ya da F den herhangi birisi yatırımcının kararına göre seçilebilir. Portföyden ve alım opsiyonundan dönem sonunda eşit miktarda seçildiği varsayılırsa;

$$\Delta uS + rF = F_u \quad (2.24)$$

$$\Delta dS + rF = F_d \quad (2.25)$$

Denklem her bir değer için çözüldüğünde;

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{(u-d)S} \quad \text{ve} \quad B = \frac{uC_d - dC_u}{(u-d)r} \quad (2.26)$$

Δ ve F 'nin bu yolla seçildiği yöntem riskten korunmuş portföy olarak adlandırılmaktadır. Eğer bu aşamada arbitraj olanağı bulunmuyorsa alım opsiyonunun şu anki değeri (B) riskten korunma portföyünün şimdiki değerinden $(\Delta S + F)$ düşük olmamalıdır. Eğer böyle bir durum olursa, alım opsiyonu alarak ve portföy satarak risksiz bir kar elde edilebilir (Cox vd. 1979: 234).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

OYNAKLIK KAVRAMI VE FİNANSAL PİYASALAR AÇISINDAN ÖNEMİ

Bu bölümde oynaklık (volatilite) kavramı, oynaklığı ortaya çıkartan nedenler, oynaklığın belirleyicileri ve oynaklığın ölçülmesine yardımcı olan modeller ele alınmaktadır.

3.1. Oynaklık Kavramı ve Nedenleri

Oynaklık kavramı sözlük anlamı itibariyle, sık sık değişme, ansızın değişme, öngörülemezlik veya karasızlık şeklinde tanımlanmaktadır. Bunun yanında, kriz, risk, kırılganlık gibi kavramlarla da eş anlamlı olarak kullanılabilir. (Aizenman ve Pinto, 2005: 48). Başka bir ifadeyle oynaklık, finansal bir varlığın fiyatında yaşanan değişikliklerin istatistiksel olarak ölçümüdür (Butler, 1999: 190). Aynı zamanda oynaklık, finansal varlık getirilerinin standart sapmasını ya da varyansını ifade etmektedir. Varlığın fiyatı ya da getirisi belirli bir ortalama sapıyorsa bu oynaklığı göstermektedir (Akel, 2011: 7).

Oynaklık, temel unsurları, bilgi aktarım mekanizması ve piyasaya dair beklentilerin yansıtılması yönleriyle ilginç bir piyasa deneyimidir. Yukarıdaki tüm değişkenler sürekli birbirleri ile etkileşim halindedir. Örneğin, öz sermayede meydana gelen değişimler toplumun ekonomik, politik ve parasal değişimlerden etkilenebilmektedir. Şirketlerin karlılığı, ürün kalitesi, siyasi istikrar, faiz oranlarının değişkenliği gibi nedenler oynaklığın de değişmesine neden olmaktadır. Çünkü, piyasa dengesi farklı bir konum almaktadır. Piyasa dengesindeki bu değişim, bilgi aktarım mekanizması yoluyla piyasa etkinliğini belirlemektedir (Kalotychou ve Stakikouras, 2009: 6).

Finansal piyasalarda oynaklık ile risk kavramı birçok yatırımcı arasında eş anlamlı olarak değerlendirilmektedir. Ancak ortaya çıkan sonuçlar olumsuz olduğunda aynı anlama gelebilecek bu terimler oynaklığın olumlu sonuç verebilme noktasında ayrışmaktadır. Başka bir ifade ile oynaklık kavramı her zaman olumsuzluk anlamına gelmemektedir. Öngörülebilir bir oynaklık, yatırımcılar ve karar vericiler için pozitif sonuçlar da ortaya koyabilmektedir (Kalotychou ve

Stakikouras, 2009: 6). Bu durumu daha rahat anlayabilmek için Sharpe oranı örnek gösterilebilir. Sharpe oranı, yatırımın performansını ölçmek amacıyla kullanılır ve şu şekilde formüle edilir (Yavuz, 2015: 423).

$$\text{Sharpe Oranı} = \frac{(g-\tau)}{\sigma} \quad (3.1)$$

g : Ortalama Getiri

τ : Risksiz Faiz Oranı (hazine tahvili faiz oranı vb.)

σ : Getirilerin Standart Sapması

Sonuçlar incelenirken Sharpe oranının büyük olması tercih edilmektedir. Pozitif risksiz getirinin büyük olması standart sapma üzerinde ortalama getiriden daha fazla etkiye sahip olması anlamına gelecektir. Bu da Sharpe oranının düşmesine neden olacaktır. Bu anlamda bakıldığında oynaklığın istenilip istenmediği önemli bir husus olmaktadır (Gökgöz ve Günel, 2012: 10).

Oynaklığı etkileyen en önemli faktör, piyasaya gelen bilginin önemi ve sıklığıdır. Yatırımcılar piyasaya ulaşan önemli haberlere dayanarak karar alma sürecini işletirler. Her gelen bilgi, alınacak pozisyon hakkında fikir vermektedir. Aşağıda belirtilen unsurlar oynaklığın yüksek olmasına neden olabilmektedir (Akel, 2011: 7):

- Yüksek enflasyon oranları; Mascaro ve Meltzer (1983), çalışmalarında enflasyon belirsizliğinin arttığı durumlarda enflasyonun arttığını, bunun da para talebini artırarak hisse senedi talebini azalttığını tespit etmişlerdir. Bu durum, dolaylı yoldan hisse senedi oynaklığını da etkilemektedir.
- Büyüme hızının düşük olması ve bunun sonucunda ortaya çıkan resesyonlar,
 - Kısa dönemli faiz oranlarında yaşanan dalgalanmaların yüksek olması,
 - Ekonomik büyümede ortaya çıkan yüksek oynaklık,
 - Enflasyon oranlarında yaşanan yüksek oynaklık,
 - Yeterli derinliği sağlayamamış, gelişmekte olan finansal piyasalar.

Özellikle, 1980 yılından sonra birçok gelişmekte olan ülke sermaye açığını kapatabilmek için dışarıdan sermaye girişine izin vermiştir. Daha serbest ticaretin önünü açabilmek için birçok finansal piyasaları geliştirecek programlar benimsenmiştir. Zaman içerisinde bu ülkelerin birçoğunda eskisi kadar istekli girişimler gözlemlenememiştir. Bunun en önemli nedeni ülke içinde ve ülke dışında, ekonomik faaliyetlere yeterince adapte olamamak yatmaktadır. Kriz dönemlerinde oynaklığın yükseldiği, zayıf kurumsal altyapıya sahip, uluslararası finans piyasalarıyla entegre olamamış bu ülkeler finansal derinliği sağlamada da yetersiz kalmaktadırlar. Bu nedenle, bu ülkelerde finansal piyasalarda yüksek oynaklık gözlemlenmektedir (Fanelli, 2008: 1-2).

Oynaklık hakkında önem arz eden bir diğer konu da değişikliklerin ne şekilde ele alındığıdır. Bir firmanın hisse senedinin günlük getirisi ele alındığında günlük hareketlilik yalnızca getiri ile izlenememektedir. Çünkü gün sonunda elde sadece bir adet veri kalmaktadır. Hisse senedinin getirisinin gün içindeki değişimleri de izlenebiliyorsa, örneğin saatlik ya da 10 dk. veri gibi, bu durumda oynaklık tahmin edilebilmektedir (Tsay, 2002: 80). Diğer taraftan, gün içi getirisinin oynaklığı incelenirken piyasanın mikroekonomik yapısı göz ardı edilmektedir. Gelen bilgilerin piyasaya yayılması sürecinde getiri oynaklığı üzerinde yarattığı etki günümüz literatüründe önemli yer tutmaktadır (Andersen ve Bollerslev, 1997: 116-117).

3.2. Oynaklığın Belirleyicileri

Nelson (1996), çalışmasında 1987 yılında ABD borsalarında yaşanan ani düşüş sonrasında bu düşüşün ve oynaklığın nedenlerinin önemine dikkat çekmiştir. Bir varlığın oynaklığının, piyasadaki oynaklığı etkileyen faktörlerle sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu ifade eden Nelson, bu faktörleri sırasıyla şu şekilde açıklamıştır:

3.2.1. Pozitif Otokorelasyon Sorunu

Varlıkların getirileri arasında geçici bir otokorelasyon olması anlamına gelmektedir. Getirilerdeki büyük değişimler büyük değişimleri, küçük değişimler de küçük değişimleri takip etmektedir. Bu husus literatürde “oynaklık kümelenmesi” olarak da ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle, geçmiş oynaklık şokları, mevcut oynaklık şoklarının da nedeni olabilmektedir.

3.2.2. İşlem Günleri Etkisi

İlk defa Fama (1965) tarafından ortaya konan piyasa anomalilerinden haftanın günü etkisine göre varlıkların pazartesi günkü getirilerinin cuma günkü getirilerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Cross (1973), French (1980) ve Rogalski (1984) gibi araştırmacılar da daha sonra Fama'nın görüşlerini destekleyen nitelikte sonuçlara ulaşmışlardır. Bu sonucun arkasındaki neden olarak hafta sonunda sermaye piyasalarının çalışmaması sebebiyle hafta sonu ortaya çıkan olumsuz haberlerin etkilerinin pazartesi günü fiyatları etkilemesi sonucunu öne sürmüşlerdir.

3.2.3. Resesyonlar ve Finansal Krizler

Ekonomilerde yaşanan finansal ya da ekonomik krizlerin hisse senedi oynaklığını artırdığı varsayılmaktadır. Schwert (1989), hisse senedi oynaklığının, hisse senedi fiyatlarının düşmesiyle birlikte resesyon süresince artmaya devam ettiğini ifade etmektedir. Yani, ekonomik krizle birlikte ortaya çıkan belirsizlik, oynaklığı da artırmaktadır.

Bu konu hakkındaki bir başka görüş ise, uzun vadeli büyümenin sermaye birikimi öncülüğünde gerçekleştirildiği bir AK modelinde, ortalama büyüme oranı ile sermaye birikiminin pozitif olduğunu, artan oynaklığın da bireylerin ihtiyat saiki ile para tutma güdüsünü artıracaklarını öne sürmektedir. Bu da, daha yüksek denge tasarruf oranına neden olmaktadır. Yüksek oynaklık, sermaye birikimi üzerindeki riske göre ayarlanmış getirileri azaltmaktadır. Bu yüzden kişilerin tasarruflarını azaltacağı ve ekonomik büyümenin de bu durumdan olumsuz etkileneceği iddia edilmektedir (Aghion ve Banerjee, 2005: 10-11). Bu açıklamadan anlaşılacağı üzere, ekonomilerde yaşanan durgunluk ya da kriz dönemleri kişilerin yatırım yapma isteklerinde de değişikliğe neden olacaktır. Örneğin, artan bir durgunluk ya da kriz döneminde kişilerin sermaye birikimi azalacağından, menkul kıymetlere olan talep de azalacaktır. Bu da menkul kıymetin fiyatında dalgalanmalara sebep olabilecektir.

3.2.4. Nominal Faiz Oranları

Fama ve Schwert (1977), Christie (1982) tarafından gerçekleştirilen araştırmalar, nominal faiz oranı ile oynaklık arasında bir ilişki olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Yüksek nominal faiz oranı yüksek oynaklığa neden olmaktadır (Nelson, 1991: 4).

Fama ve Schwert (1977)'ın çalışmalarında, hisse senetlerinin hem beklenen³ hem de beklenmeyen enflasyon oranına negatif tepki verdiği gözlemlenmektedir. Çünkü, faiz oranı arttığında firmanın borç ve öz sermayesi düşecektir. Eğer öz sermaye borçtan daha fazla düşerse bu kaldıraç etkisinde bir artışa neden olur. Bu artış da hisse senedinin oynaklığını artırır. Christie (1982) ise, risksiz faiz oranının oynaklık üzerinde güçlü ve pozitif bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Finansal kaldıraç ve faiz oranı, serinin oynaklığının önemli bir kısmını açıklamaktadır.

3.2.5. Kaldıraç Etkisi

Herhangi bir hisse senedinin fiyatında yaşanan değişimin, varlığın oynaklığını ters yönde etkilediği savunulmaktadır. Hisse senedinin fiyatı arttığında oynaklığının azalması gibi. Şirketin hisse senedi değer kaybettiğinde daha fazla kaldıraç etkisine ihtiyaç duyar ve bu yüzden varlığın getirisinin oynaklığı da bu yüzden artar. Ama bazı çalışmalar, oynaklık değişiminin kaldıraç etkisi ile açıklanamayacak kadar büyük olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Nelson, 1996: 4).

3.3. Oynaklık Yayılma Etkisi

İktisat ve finans yazınında son yıllarda ele alınan en önemli konulardan birisi de piyasalar arasındaki etkileşim olmuştur. Uluslararası aktarım mekanizması gelişen her türlü ekonomik aktivitenin ya da varlığın ülkeler arasında yarar ya da zararı da taşıdığı rahatlıkla gözlemlenebilmektedir. Özellikle, günümüzde enerji kaynakları içerisinde en önemli yere sahip olan petrolün 1974 yılında ortaya çıkardığı şok, dolaylı ya da dolaysız birçok ülkenin etkilenmesine neden olmuştur. Sermaye hareketlerinin sınırsız ve rahatlıkla uluslararası piyasada dolaşımda olması da, bir ülkede ortaya çıkan bir problemin rahatlıkla diğerlerine de geçmesine neden olabilmektedir.

Finansal piyasalarda yaşanan gelişmeler ve yenilikler ile olumlu ya da olumsuz haberler ülke içerisindeki farklı piyasaları etkiler hale gelmiştir. Örneğin, finansal piyasalarda göreceli olarak daha yeni ortaya çıkmış olan vadeli işlem piyasaları ve spot piyasaların herhangi birinde ortaya çıkan en ufak problem, silsile halinde diğerini de etkileyebilmektedir. Mensi vd. (2017), değerli metal ile hisse

³ Fama ve Schwert (1977) çalışmalarında beklenen enflasyon oranını temsilen nominal faiz oranını kullanmışlardır.

senedi piyasaları arasında oynaklık yayılma etkisinin tespit edildiğini göstermektedir. Yine bu çalışmaya göre gelişmiş ve gelişmekte olan birçok finansal piyasa arasında da oynaklık yayılma etkisi gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Baumöhl vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada da 40 gelişmiş ve gelişmekte olan finansal piyasa ele alınmış ve bu piyasalar arasında oynaklık yayılma etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Oynaklık yayılma etkisi bir metafor olarak hastalığın bulaşması anlamına gelen bulaşma (contagion) terimiyle de ifade edilmektedir. Bulaşma terimi birkaç farklı şekilde tanımlanmıştır. İlk tanımlamaya göre hem negatif şokları hem de pozitif oynaklığın ülkeler arasında etkileşime neden olmasından dolayı şokların yayılmasını ifade etmektedir. Bir diğer tanımlamada ise, ülkenin genel şoklarıyla ortaya çıkan birlikte hareket etme durumu olarak belirtilmiştir. Daha dar anlamda yapılan son tanımlama ise, finansal kriz dönemlerinde piyasalar arasındaki çapraz korelasyonun anlamlılığının ölçülmesiyle tespit edilen oynaklık yayılma mekanizmaları olarak ifade edilmektedir. Burada önemli sayılabilecek noktalardan birisi, krizin olmadığı dönemlerde de çapraz korelasyon anlamlı çıkıyorsa kriz dönemindeki çapraz korelasyonun anlamlı çıkması önemli olmayabilmektedir (Akel, 2011: 53).

Finansal krizlerin önemli özelliklerinden birisi, kriz ya da bunalım dönemlerinde şokların birbiriyle bağlantılı finansal kurumlar arasında yayılma olasılığının artmasıdır. Bu kurumların toplam aktif büyüklüğü düşük olsa dahi aralarındaki bağlantılar şokların domino etkisi yaratarak birbirine yayılmasına sebep olmaktadır. Örneğin, Lehman Brothers'in iflası, geri ödenmeme riski yüksek mortgage kredilerinin ödenmemesiyle şirketin hisse senetlerinde değer kaybına yol açmış, daha sonra da tüm dünyayı etkileyen büyük kriz ortaya çıkmıştır. Bu olay 1928'de yaşanan büyük buhrandan sonra en ciddi kriz olmuştur ve birçok finansal piyasanın istikrarını ve sağlamlığını bozmuştur (Cheng vd. 2017: 42)

3.4. Oynaklığın Ölçülmesi

Oynaklığın ölçülmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Genel olarak bakıldığında, geliştirilen modellerin birçoğu örneklemin standart hatasından yola

çıkılarak oluşturulmuştur. Bu kısımda, oynaklığın ölçülmesine yarayan modeller detaylarıyla açıklanmaktadır.

3.4.1. Tarihsel Oynaklık

Oynaklığın en genel tanımı, örneklemenin standart sapmasıdır. Günlük, haftalık, aylık ya da yıllık verilerin belirli bir bölümü ele alınır ve bunun standart sapması hesaplanır. Klasik ekonometri görüşünde olduğu gibi burada da geçmiş fiyat hareketlerinden yola çıkılarak gelecekteki fiyat hareketleri ile ilgili tahmin yapılmaya çalışılır. Oynaklığın ölçülmesi, fiyatın ölçülmesi ile aynı anlama gelmemektedir. Fiyat doğrudan gözlemlenebilir bir olgu iken oynaklık anlık olarak gözlemlenemez. Oynaklığın hesaplanabilmesi için belirli bir zaman aralığının geçmiş olması gerekmektedir. Sadece bir tahminci kullanarak oynaklığın ölçülmesi mantıklı bir yol değildir. Birden fazla yöntem vardır ve doğru yöntemi bulana kadar tüm seçeneklerin değerlendirilmesi gerekir (Sinclair, 2010: 119).

Herhangi bir hisse senedi piyasası için günlük kapanış verileri ile oynaklık tahmini yapılacak olursa sırasıyla şu adımlar takip edilir (Akel, 2011: 11);

- Önce, günlük getirilerin logaritması alınır

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (3.2)$$

Burada parantez açılması gereken husus, neden getirilerin logaritmasının kullanıldığıdır. Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa (Sinclair, 2010: 119):

Bir hisse senedinin fiyatının önce 100 TL'den 99 TL'ye düştüğü varsayalım. Böyle bir durumda fiyat değişimi -1 TL, varlığın getirisi de -1 TL olacaktır. Varlığın fiyatında da getirisinde de %1'lik bir azalma meydana gelmiştir. Getirideki değişim logaritmik olarak hesaplanırsa;

$$R_t = \ln\left(\frac{99}{100}\right) = -0,0100503$$

sonucu ortaya çıkacaktır. Burada hangi yöntemin seçileceği aynı örnek üzerinden incelenmiş olsun. Getiri şu şekilde hesaplanacaktır:

$$R = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T R_i \quad (3.3)$$

Hisse senedinin fiyatı seri halinde 100 TL, 99 TL, 104,94 TL ve 115,43 TL şeklindedir. Böyle bir durumda günlük getirinin yüzdelik değişimi sırasıyla %1, %6 ve %10 olmaktadır. Ortalama getiri de:

$$R = \frac{1}{3} (-\%1 + \%6 + \%10) = \%5$$

Kümülatif toplama bakıldığında ise üçüncü günün sonunda toplam getiri 115,43 TL olmaktadır. Toplam getiri logaritmik yöntem kullanılarak hesaplanırsa:

$$R = \prod_{i=1}^T (1 + R_i) - 1 \quad (3.4)$$

Logaritmik yöntemi kullanmanın en önemli faydası, bileşiklerin işlenmesini kolaylaştırmasıdır. Bu aşamadan sonra her günün getirisinin logaritmik toplamı alındığında $(-0,0100503 + 0,0582689 + 0,0953101 = 0,1435287)$ olacaktır. Logaritmik dönüş denklemi tersine çevrildiğinde;

$$P = 100TL \exp(0,1435287) = 115,43 TL$$

değerine ulaşılmaktadır. Bu örnek, getirilerin logaritmasını alarak işlemlerin yapılmasının doğru sonucu verdiğini göstermektedir.

- Örneklemin varyansı (standart sapması) hesaplanarak tarihsel oynaklık bulunur.

$$\sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (R_i - \mathcal{R})^2 \quad (3.5)$$

Burada $\mathcal{R}$ simgesi getirilerin ortalamasını temsil etmektedir. R_T , t dönemindeki getirinin logaritmasını temsil etmektedir. Logaritmik değerden ortalama çıkartılarak ortalama sapmalar bulunur ve karesi alınır. Son olarak da gözlem sayısına bölünerek varyans bulunur.

- Finansal varlık getirilerinin oynaklığının zamanın karekökü ile ölçeklendirilmesi, varlık getirilerinin geometrik Brownian hareketine uygun olduğu

varsayımına dayanmaktadır. Tahmin edilen oynaklığın karşılaştırılabilmesi açısından günlük veriler haftalık, aylık ve yıllık olarak dönüştürülebilir. Bir yıl içerisinde toplam 250 iş günü, 12 ay, 52 hafta olduğu varsayımıyla yıllık toplam oynaklık şu şekilde hesaplanabilmektedir (Akel, 2011: 12);

$$Yıllık\ Volatilite = \sigma_{gün}x\sqrt{250}$$

$$Yıllık\ Volatilite = \sigma_{hafta}x\sqrt{52}$$

$$Yıllık\ Volatilite = \sigma_{ay}x\sqrt{12}$$

Tarihsel oynaklık yönteminde iki ana sorun bulunmaktadır. Tarihsel oynaklık hesaplanırken oynaklığın koşulsuz ve sabit olması bu sorunlardan ilkidir. Ancak koşulsuz oynaklık sabit değil zaman içerisinde değişkenlik göstermektedir. Diğer bir problem ise geleceğe dair tahmin yapılırken her bir gözlemin eşit ağırlığa sahip olması durumudur. Yapılan araştırmalar yakın tarihte gerçekleşen hareketlerin daha eski tarihte gerçekleşen hareketlenmelere göre daha fazla ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir (Yavuz, 2015: 427).

3.4.2. Zımni Oynaklık Modelleri

Opsiyon fiyatlarına bağlı olarak piyasa oynaklığının öngörülme çalışıldığı model zımni (implied) oynaklık modelleri olarak adlandırılmaktadır. Bu model, bir nevi piyasada beklenen oynaklığı yansıtmaktadır. Hisse senedi fiyatları ile zımni oynaklık arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Piyasalar düşüş eğilimine girdiğinde zımni oynaklık yükselmekte, artış eğilimine girdiğinde de azalmaktadır (Akel, 2011: 15).

Chicago Opsiyon Borsası tarafından oluşturulan VIX endeksi, 22 işlem günü kalmış olan S&P 100 endeksi Amerikan tipi alım ve satım opsiyonlarından hesaplanmış olan bir endekstir ve piyasanın zımni oynaklığını göstermektedir. VIX endeksi oluşturulurken beklenen kar paylarının zamanı ve miktarı dikkate alınarak binomial değerlendirme yöntemi kullanılır. 2003 yılının sonunda ortaya çıkan bu endeks, öngörülen oynaklığı ölçmede etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Korkmaz ve Çevik, 2009).

3.4.3. Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli (EWMA)

Zımnı oynaklık modellerine getirilen en önemli eleştiri, tüm zaman serisi boyunca gözlemlere eşit ağırlık vermesidir. Bu nedenle daha yakın olan gözleme daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir. Morgan (1996) tarafından geliştirilen ve kısaca EWMA olarak adlandırılan yöntem, daha yakın tarihli gözleme daha fazla ağırlık vermektedir.

$Y_t \in R$ olmak üzere $t=1,2,\dots,T$ şeklinde bir zaman serisi örneği ele alınsın. Y_t hisse senedi ya da döviz getirisi gibi bir varlık olsun. Burada Y_t 'nin zaman içerisinde değişen koşullu dağılım gösterdiği varsayılmaktadır ve $p(y_t|K_{t-1}; k_t, \theta)$ olmak üzere, K_{t-1} , $t-1$ döneminde ulaşılabilen bilgiyi, k_t , zaman içerisinde değişen parametrelerin vektörü, θ ise statik parametre vektörüdür. K_{t-1} , y_t 'nin gecikmeli değerlerini ya da dışsal değişkenleri içerebileceği gibi, k_t zaman içerisinde değişen ortalamaları ya da oynaklığı içerebilmektedir. EWMA modeline göre $k_t = \sigma_t^2$ kabul edilmektedir. Bu husustan hareketle EWMA modeli şu şekilde ifade edilir (Lucas ve Zhang, 2016: 294);

$$\sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) y_{t-1}^2, \quad 0 < \lambda < 1 \quad (3.6)$$

Denklem (3.6)'da $(1 - \lambda) y_{t-1}^2$ terimi, dayanak varlığın oynaklığının piyasadaki fiyat hareketlerine karşı duyarlılığını gösterirken, $\lambda \sigma_{t-1}^2$ terimi, geçmiş dönemdeki oynaklığın gelecek dönem oynaklık üzerindeki etkisini göstermektedir. Buna “oynaklık direnci” denilmektedir. λ terimi bire yakın olursa, oynaklık direnci piyasadaki fiyat hareketlerine baskın gelmekte, sıfıra yakın olduğunda ise piyasa fiyat hareketleri baskın olmaktadır (Akel, 2011: 17).

Bu modelde önemli olan bir diğer husus λ terimidir. Bu terim “eksilme (decay) faktörü” olarak adlandırılmaktadır. λ katsayısı 1'e yakınsa geçmişteki gözlemlere ağırlık verilmekte, 0'a yaklaştıkça daha yakın tarihli gözlemlere ağırlık verilmektedir. λ değerinin doğru ölçülmesi, oynaklığın tahmini açısından önem arz etmektedir. EWMA modelinde oynaklık RiskMetrics tarafından ölçülmektedir.

RiskMetrics λ terimi için günlük verilerde 0.94, aylık verilerde 0.97 kullanılmasını önermektedir (Yavuz, 2015: 432)

3.4.4. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA)

Otoregresif hareketli ortalama modeller, regresyon modellerinden farklı bir konu üzerinde durmaktadır. Regresyon modellerinde değişkenlerin birbiri üzerindeki etkileri incelenirken, bu modeller ise değişkenlerin geçmiş değerlerinin etkilerini ele almaktadır. ARMA modelleri de diğer zaman serisi modelleri gibi doğrusal olan ve doğrusal olmayan yöntemlerle incelenebilmektedir. Çalışmada uygulanacak model seçilmeden önce bu yöntemler ele alınmaktadır. Bunun için öncelikle otoregresif modeller (AR) ile hareketli ortalama modelleri (MA) açıklanacaktır.

3.4.4.1. Otoregresif Modeller (AR)

Otoregresif modeller incelenirken, değişkenin geçmiş değerlerinin ağırlıklı toplamı ve hata terimi dikkate alınır. Değişkenin geçmiş değerleri, gelecekteki değeri tahmin edebilmek için bazı bilgileri içerebilir. Bu durumu bir denklemle açıklamak gerekirse (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2010: 139):

$$Y_t = \ell + \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Denklem (3.7), birinci dereceden stokastik otoregresif süreci gösteren bir ilişkiyi ifade etmektedir. Denklemde ℓ , Y'nin ortalamasıyla ilgili sabit terimdir. α_1 bilinmeyen otoregresif parametresidir. ε_t ise ortalaması sıfır, sabit varyanslı ve otokorelasyon olmayan hata terimidir. Denklem (3.7), birinci dereceden otoregresif süreci göstermektedir (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2010: 139).

Bir değişkenin şu andaki değerinin geçmiş değerleri ile arasındaki bağlantı doğru bir şekilde tahmin edildiğinde, modelin kalıntıları rassal değişken olarak tanımlanabilecektir (Kaya vd. 2015: 405). Modelde sadece bir geçmiş dönemin etkisi incelenirse bu AR(1) olarak ifade edilir ve Denklem (3.8)'deki gibi formüle edilir. Parantez içindeki değer otoregresif sürecin mertebesini göstermektedir. Mertebesi p olan otoregresif süreç şu denklemle açıklanabilir.

$$Y_t = \ell + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \alpha_3 Y_{t-3} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

Denklem (3.8)'de Y değişkeninin p dönem önceki değerlerinin ağırlıklı ortalamasının, Y 'nin şimdiki değerini açıklama gücü formüle edilmeye çalışılmıştır. Süreç, denklem (3.7)'de anlatılan şekilde gerçekleşmektedir.

3.4.4.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)

Otoregresif modeller, değişkenin mevcut değerini değişkenin geçmiş değerleriyle açıklamaya çalışmaktayken, hareketli ortalama modelleri ise değişkenin mevcut dönemdeki ve geçmiş dönemdeki hata terimlerinin hareketli ortalamasının toplamıyla açıklamaktadır. Burada hata terimlerinin ortalaması sıfırdır ve varyansı sabittir. Yapılan bazı çalışmalar hisse senedi piyasasında oluşan fiyatların bu yöntemle açıklanabildiğini göstermektedir. Mesela t döneminde hisse senedi fiyatının P_t olduğu varsayılırsa fiyat değişimi şu şekilde gösterilebilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 154):

$$Y_t = P_t - P_{t-1} = \varepsilon_t \quad (3.9)$$

Hareketli ortalama süreci, aynı otoregresif süreçte olduğu gibi formüle edilebilir. $MA(1)$ ifadesi birinci mertebeden hareketli ortalama sürecini ifade etmektedir. $MA(q)$ şeklinde genişletilmiş bir denklemle model formüle edilecek olursa (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 154):

$$Y_t = \ell + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \beta_3 \varepsilon_{t-3} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

Denklem (3.10)'da ℓ değişkenin ortalamasıyla ilgili sabit değeri, ε_t hata terimlerini, β 'da hata terimlerinin katsayısını göstermektedir. t dönemi ise $t=1,2,3,\dots,T$ şeklinde kullanılmıştır. Modelde herhangi bir dönemdeki Y_t değeri, kendi dönemindeki ve geçmiş dönemlerdeki hata terimlerinin hareketli ortalamalarının toplamıyla açıklanmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 154-155).

3.4.4.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA p,q)

Zaman serileri modellenmeye çalışılırken, tek başına otoregresif modeller ya da hareketli ortalama modelleri sağlıklı sonuçlar veremeyebilir. Birçok seri her iki modelin de açıklama gücüne ihtiyaç duyabilmektedir. Başka bir ifadeyle, zaman

serileri hem AR hem de MA sürecini birlikte gösterebilmektedir (Kaya vd. 2015: 405). ARMA modeli gözlem değerlerinin sabit bir ortalama etrafında dağıldığını varsaymaktadır. Bu durum doğrusal durağan stokastik model olarak da ifade edilebilmektedir (Bircan ve Karagöz, 2003: 50).

Bu model oluşturulurken yine AR modellerinde olduğu gibi p mertebeden otoregresif süreç ve MA modellerinde olduğu gibi q mertebeden hareketli ortalama süreç geçerli olmaktadır. Modelde zaman serisinin herhangi bir dönemindeki gözlem değerinin kendisinden daha önceki gözlem değerlerinden, cari dönemdeki ve cari dönemden önceki hata terimlerinden etkilendiği kabul edilmektedir. ARMA(p,q) modelini bir denklem ile açıklamak gerekirse (Xu vd. 2015: 130):

$$Y_t = \ell + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3.11)$$

Denklem (3.11)'de verilen ℓ , Y_t 'nin ortalaması ile ilgili sabit terimi ifade etmektedir. α bilinmeyen otoregresif terimidir. β hata terimlerinin katsayısını gösterir. $\alpha_p \neq 0$ ile $\beta_q \neq 0$ olmalıdır ve hata terimini temsil eden ε_t 'nin ortalaması sıfırdır ve varyansı sabittir (Xu vd. 2015: 130).

3.4.5. Otoregresif Birleşik Hareketli Ortalama Modelleri (ARIMA)

Zaman serileri incelenirken ortaya konulmak istenilen modelde stokastik sürecin niteliğinin zaman içerisinde değişip değişmediği büyük önem arz etmektedir. Stokastik sürecin ortalama ve varyansı zaman içerisinde değişmiyorsa ve iki zaman periyodu arasındaki kovaryansın değeri yalnızca bu periyot arasındaki mesafeye ya da gecikmeye bağlı ise durağan olarak adlandırılır (Gujarati, 2004: 797).

Stokastik sürecin niteliği değişiyorsa bu, serinin durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Serinin durağan olmaması, serinin geçmiş ve gelecek yapısının doğru bir şekilde kurulamamasına neden olmaktadır. Serilerin durağanlığını daha net bir ifade ile açıklamak gerekirse, zaman serisindeki ardışık iki değer arasındaki fark zamanın kendisinden değil zaman aralığından dolayı ortaya çıkıyorsa seri durağandır. Böyle bir durumda serinin ortalaması zamanla değişmeyecektir. Seriler

durağan olmadığında ise serinin otokorelasyonu sıfırdan sapar ya da gecikmeler arttıkça sıfırdan uzaklaşmaya başlar (Kutlar, 2012: 417).

Gerçek hayatta zaman serileri çoğu kez durağan olamamaktadır. Mevsimsellik, trend, ekonomik dalgalanmalar vb. sebepler serilerin durağan olmamasına neden olabilmektedir. Serileri durağan hale getirebilmek için farkları alınmaktadır. Fark alma işlemi bir denklemle gösterilecek olursa (Sevüktekin, Nargeleçekenler, 2007: 232);

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.12)$$

Denklem (3.12)'de ε_t , beyaz gürültülü hata terimini ifade etsin ve saf rassal yürüyüş geçerli olsun.

$\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 0$ ve $\beta_3 = 1$ denilirse denklem (3.12) şu şekilde yazılabilir;

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

Denklem (3.13) serinin durağan olmadığını göstermektedir. Serinin farkı alındığında;

$$\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = \varepsilon_t \quad (3.14)$$

Seri artık durağan hale gelmiştir. Yapılan bu işlem sonucu seri durağan hale gelmez ise aynı prosedür tekrar uygulanır. AR, MA ya da ARMA süreci durağan seriler için rahatlıkla uygulanabilir. Ancak, seriler durağan değilse ARIMA modelleri uygulanır. ARIMA modellerinde ARMA modellerinden farklı olarak fark alma parametresi bulunmaktadır. Model şu şekilde formüle edilebilir (Johnston ve Dinardo, 1997: 228):

$$Y_t = \ell + \partial_1 Y_{t-1} + \partial_2 Y_{t-2} + \dots + \partial_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \gamma_1 \varepsilon_{t-1} - \gamma_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \gamma_q \varepsilon_{t-q} \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)'de, Y_t , Y_{t-1} Y_{t-p} , d mertebeden farkı alınmış Y gözlem değerlerini, ∂ gözlem değerlerinin katsayılarını, ℓ Y'nin ortalamasıyla ilgili sabiti, ε_t aynı ARMA sürecinde olduğu gibi ortalaması sıfır ve varyansı sabit hata terimini, γ 'de hata terimlerinin katsayılarını göstermektedir. Modelin temel hareket noktası

ARMA modellerinden çok farklı değildir. Değişkenin kendi geçmiş değerleri ile cari ve geçmiş dönem hata terimlerinin birleşimi ile değişken açıklanmaya çalışılmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği gibi tek fark ARIMA modellerinde durağan olmayan seriler farkı alınarak durağan hale getirilmektedir. Model ifade edilirken genelde ARIMA (p,d,q) şeklinde yazılmaktadır. Bu parametrelerden p, AR sürecinde olduğu gibi otoregresif sürecin derecesini, d fark alma parametresini, q'da, MA modellerindeki hareketli ortalama sürecinin derecesini vermektedir (Johnston ve Dinardo, 1997: 228).

3.4.6. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modelleri

Finansal verilerin büyük bir çoğunluğu sabit bir ortalama etrafında dağılım gösterememektedir. Mevsimsellik, konjonktür dalgalanmaları vb. sebeplerle seriler büyük dalgalanmalara maruz kalabilmektedir. Böyle bir durumda serinin hata terimlerinin varyansının sabit olduğu varsayımı geçerliliğini yitirebilmektedir. Bu durumu incelemek için Engle (1982) çalışmasında Birleşik Devletler'de enflasyon değişkenini ele almıştır. Gerçekleştirdiği ampirik çalışma, enflasyon değişkeninin hata terimlerinin varyansının sabit olmadığını ve hatta hata terimleri varyansları arasında da bir etkileşimin olduğunu göstermiştir.

ARCH modeli, koşulsuz varyans sabit iken koşullu değişen varyansın modellenmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu model, AR(1) sürecinin geçerli olduğu bir modelle açıklanmaya başlanılacak olursa (Hill vd. 2011: 518):

$$y_t = \ell + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + v_t \quad |\rho| < 1 \quad (3.17)$$

$$v_t \sim N(0, \sigma_v^2) \quad (3.18)$$

Denklemin daha kolay ifade edilebilmesi için v_t hata teriminin sonsuz serisinin toplamından oluşan ε_t ye ikame seriler oluşturulur. Bu işlem yapılırken önce $\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + v_t$, sonra $\varepsilon_{t-1} = \rho\varepsilon_{t-2} + v_{t-1}$ ve $\varepsilon_{t-2} = \rho\varepsilon_{t-3} + v_{t-2}$ şeklinde sıralı değerlere bakılır. Buradan ulaşılan sonuç şu şekildedir (Hill vd. 2011: 518):

$$\varepsilon_t = v_t + \varrho v_{t-1} + \varrho^2 v_{t-2} + \cdots + \varrho^t \varepsilon_0 \quad (3.19)$$

Denklem (3.19)'da son terim olan $\varrho^t \varepsilon_0$ göz ardı edilebilir. Bu durumda hata teriminin koşulsuz ortalaması şu şekilde bulunabilir:

$$E(\varepsilon_t) = E(v_t + \varrho v_{t-1} + \varrho^2 v_{t-2} + \cdots) = 0 \quad (3.20)$$

Burada her bir j için $E(v_{t-j}) = 0$ olmaktadır. Buna karşın hata teriminin koşullu ortalaması şöyle hesaplanmaktadır:

$$E(\varepsilon_t | I_{t-1}) = E(\varrho \varepsilon_{t-1} | I_{t-1}) + E(v_t) = \varrho \varepsilon_{t-1} \quad (3.21)$$

I_{t-1} dönemindeki bilgi seti $\varrho \varepsilon_{t-1}$ dönemindeki bilgiyi de kapsamaktadır. Bu denklemden hareketle şunlar söylenebilir. Koşulsuz tahmin bilginin olmadığı durumu açıklamaktayken, koşullu tahmin belirli bir döneme kadar bilginin olduğu durumu açıklar. Buradan hareketle hata teriminin koşulsuz varyansı yazılacak olursa (Hill vd. 2011: 518);

$$E(\varepsilon_t - 0)^2 = E(v_t + \varrho v_{t-1} + \varrho^2 v_{t-2} + \cdots)^2 \quad (3.22)$$

$$= E(v_t^2 + \varrho^2 v_{t-1}^2 + \varrho^4 v_{t-2}^2 + \cdots) \quad (3.23)$$

$$= \sigma_v^2 (1 + \varrho^2 + \varrho^4 + \cdots) = \frac{\sigma_v^2}{1 - \varrho^2} \quad (3.24)$$

Denklemin açılımına göre $i = j$ olduğunda $E(v_{t-j} v_{t-i}) = \sigma_v^2$ değerini alırken, $i \neq j$ olduğunda $E(v_{t-j} v_{t-i}) = 0$ olmaktadır. Hata teriminin koşullu varyansı matematiksel bir denklemle şu şekilde gösterilebilir (Hill vd. 2011: 518):

$$E[(\varepsilon_t - \varrho \varepsilon_{t-1})^2 | I_{t-1}] = E(v_t^2 | I_{t-1}) = \sigma_v^2 \quad (3.25)$$

Burada unutulmaması gereken husus, $[1/(1 - \varrho^2)] > 1$ olmaktadır. Diğer bir husus ise hesaplamalara göre koşulsuz varyans her zaman koşullu varyanstan büyük çıkmaktadır. Bu genel bir sonuçtur ve koşulun hassasiyetini geliştirmektedir (Hill vd. 2011: 518).

Şu ana kadar incelenen modelde hata teriminin koşullu ortalamasının zaman içerisinde değiştiği, koşullu varyansın ise değişmediği sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun tam tersinin geçerli olduğu yani koşullu ortalamanın değişmeyip koşullu varyansın değiştiği bir model varsayımı ile hareket edilirse bu durumda Engle tarafından geliştirilen ARCH modeline ulaşılmış olunacaktır (Engle, 1982: 988):

$$Y_t = \varepsilon_t h_t^{1/2} \quad (3.26)$$

$$h_t = \mu_0 + \mu_1 y_{t-1}^2 \quad \mu_0 > 0, \quad 0 \leq \mu_1 < 1 \quad (3.27)$$

$$y_t | I_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (3.28)$$

Denklem (3.27) ve (3.28) ARCH (1) modelinin sınıfını tanımlamaktadır. Denklem (3.27) sabit terimi ve bir gecikmeli hata teriminin karesini içeren ve h_t 'yi modelleyen varyans denklemidir. Denklemin yanında bulunan hatırlatmalardan da anlaşılacağı üzere, μ_0 ve μ_1 sıfırdan küçük olamamaktadır ve bu durumda h_t 'nin koşullu varyansının alabileceği en küçük değer μ_0 olmaktadır. Denklem 3.28 hata teriminin koşullu normal olduğunu söylemektedir. Burada I_{t-1} , t-1 döneminde erişilebilen, ortalaması sıfır ve varyansı zaman içerisinde değişen bilgiyi temsil etmektedir. Yukarıdaki varyans denklemi bir fonksiyon olarak ifade edilirse (Engle, 1982: 988):

$$h_t = h(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}, \mu) \quad (3.29)$$

Denklemden p, ARCH sürecinin derecesini, μ ise bilinmeyen parametre vektörünü temsil etmektedir. Engle (1982), geleceğe dair tahminde bulunulurken yöntemlerin bir dönemden diğerine farklılık gösterebileceğini, bununla birlikte büyük ve küçük hata terimlerinin ardışık dönemde birlikte hareket etmeye meyilli olduklarını ifade etmektedir. Bunun da tahminin varyansının zaman içerisinde değiştiğine işaret ettiğini söylemektedir.

ARCH etkisinin varlığını test etmek için genellikle Lagrange çarpanı (LM) testi uygulanır. Bu test gerçekleştirilirken bağımsız değişkenlerin ve sabitin bağımlı değişken üzerindeki etkisi bir regresyonla sınanır. Daha sonra hata terimleri ve

kareleri bulunarak birinci dereceden ARCH etkisi incelenir. Bu durum şu şekilde formüle edilebilir:

$$\varepsilon_t^2 = \ell_0 + \ell_1 \varepsilon_{t-1}^2 + v_t \quad (3.30)$$

Denklemden v_t rassal bir terimdir. Boş hipotez ve alternatif hipotez ise şöyledir:

$$H_0: \ell_1 = 0 \quad H_1: \ell_1 \neq 0$$

LM testi uygulanırken test istatistik değeri $LM=(T-q)*R^2$ formülü ile bulunur. Burada T gözlem sayısını, q serbestlik derecesini ifade etmektedir. H_0 hipotezi reddedildiğinde, otokorelasyona sahip EKK artıklarının kareleri modelde ARCH etkisinin varlığını ortaya koymuş olacaktır. Eğer ARCH etkisi yok ise $\ell_1 = 0$ şeklindeki boş hipotez reddedilemez. Böyle bir durumda denklemin uyumluluğu ve R^2 değeri düşük olacaktır. Eğer ARCH etkisi tespit edilirse de $\ell_1 = 0$ şeklindeki boş hipotez reddedilir. O zaman hata terimlerinin karesinin toplamının büyüklüğünün kendi geçmiş değerlerine bağlı olması beklenir (Özden, 2008: 343).

3.4.7. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modelleri

Önceki kısımda, ARCH modellerinin AR sürecine uyumlu şekilde modellendiği ve koşullu değişen varyansı incelediği belirtilmişti. Bollerslev (1986) çalışmasında, hata terimlerinin sadece otoregresif süreci takip etmediğini, hareketli ortalamaların da modelde bulunması gerektiğini ifade etmiştir. Daha açık bir ifade ile hata terimlerinin ARMA sürecini takip edebileceğini belirtmektedir. Bollerslev tarafından ortaya konan bu yeni model “Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH)” olarak adlandırılmaktadır. Bir denklem ile bu model açıklanacak olursa;

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (3.31)$$

$$h_t = \ell + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (3.32)$$

$$= \ell + A(L)\varepsilon_t^2 + B(L)h_t$$

$$p \geq 0, \quad q > 0$$

$$\ell > 0, \quad \ell \geq 0 \text{ ve } i = 1, 2, \dots, q$$

$$\beta_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Burada ε_t , gerçekte değerli ve ayrık zamanlı stokastik bir süreci, I_t ise t dönemi boyunca elde edilen bilgi setini temsil etmektedir. Denklem (3.32)'de, $p=0$ olursa süreç ARCH(q) süreci haline gelir. Eğer hem p hem de q sıfıra eşit olursa hata terimi en basit ifadeyle beyaz gürültülü olarak tanımlanır. GARCH (p,q) modeli ARCH (q) modelinin aksine, koşullu varyans yalnız geçmiş örnek varyanslarının doğrusal fonksiyonu olarak değil gecikmeli koşullu varyansların yer aldığı bir modeldir. Bu da bazı uygulanabilir öğrenme mekanizmalarının var olduğu anlamına gelir (Bollerslev, 1986: 309).

Denklem (3.32)'nin hemen altında yer alan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere h_t 'nin güçlü bir şekilde pozitif olabilmesi için ℓ ve β_i katsayılarının sıfırdan büyük olması istenmektedir. Tüm bu açıklamalardan hareketle koşulsuz varyans denklemini formüle edilecek olursa (Poon, 2005: 38);

$$\sigma^2 = \frac{\ell_0}{1 - \sum_{i=1}^p \ell_i - \sum_{i=1}^q \beta_i} \quad (3.33)$$

Herhangi bir GARCH(p,q) modelinde yalnızca $\sum_{i=1}^p \ell_i + \sum_{i=1}^q \beta_i < 1$ ise kovaryansı durağandır. GARCH (1, 1) den hareketle oynaklık tahmin edilmeye çalışılırken yukarıdaki süreç farklı ikamelerle tekrarlanır. İlk olarak kalıntıların beklenen değerlerinin karesinin bulunması gerekmektedir;

$$E[\varepsilon_t^2] = h_t E[z_t^2] = h_t \quad (3.34)$$

t döneminde tek adımlı tahmin ve h_{t+1} koşullu varyansı öğrenilebilir.

$$\hat{h}_{t+1} = \ell_0 + \ell_1 \varepsilon_t^2 + \beta_1 h_t \quad (3.35)$$

h_{t+2} 'nin tahmin edilmesi aslında $E[\varepsilon_{t+1}^2] = h_{t+1}$ 'i göstermektedir. Buradan yola çıkıldığında;

$$\hat{h}_{t+2} = \ell_0 + \ell_1 \varepsilon_{t+1}^2 + \beta_1 h_{t+1} \quad (3.36)$$

$$= \ell_0 + (\ell_1 + \beta_1) h_{t+1}$$

Benzer şekilde;

$$\begin{aligned} \hat{h}_{t+3} &= \ell_0 + (\ell_1 + \beta_1) h_{t+2} \\ &= \ell_0 + \ell_0 (\ell_1 + \beta_1) + (\ell_1 + \beta_1)^2 h_{t+1} \end{aligned} \quad (3.37)$$

$$= \ell_0 + \ell_0 (\ell_1 + \beta_1) + \ell_0 (\ell_1 + \beta_1)^2 + (\ell_1 + \beta_1)^2 [\ell_1 \varepsilon_t^2 + \beta_1 h_t]$$

Burada tahminin Ω gecikmelisine kadar işlem devam ettirilirse;

$$\hat{h}_{t+\Omega} = \frac{\ell_0}{1-(\ell_1+\beta_1)} + (\ell_1 + \beta_1)^\Omega [\ell_1 \varepsilon_t^2 + \beta_1 h_t] \quad (3.38)$$

Eğer $(\ell_1 + \beta_1) < 1$ ise regresyondaki ikinci terim etkisiz olur ve $\hat{h}_{t+\Omega}$ değeri $\frac{\ell_0}{1-(\ell_1+\beta_1)}$ değerine yakınsar. Denklem (3.38)'deki h_t yerine $h_t = \varepsilon_t^2 - v_t$ yazarsak;

$$\begin{aligned} \varepsilon_t^2 - v_t &= \ell_0 + \ell_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 - \beta_1 v_{t-1} \\ \varepsilon_t^2 &= \ell_0 + (\ell_1 + \beta_1) \varepsilon_{t-1}^2 + v_t - \beta_1 v_{t-1} \end{aligned} \quad (3.39)$$

Bu şekilde kalıntıların kareleri otoregresif parametreleri ile birlikte $(\ell_1 + \beta_1)$ bir ARMA süreci izlemeye başlar. Eğer $(\ell_1 + \beta_1)$ toplamı 1'e yaklaşırsa otoregresif süreç zamanla sona erer (Poon, 2005: 38).

3.4.8. Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) Modelleri

Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modelinde, şokların pozitif ya da negatif olmasının oynaklık üzerinde farklı etkiye neden olmayacağı varsayılmaktaydı. Yani olumlu ya da olumsuz haber oynaklık üzerinde simetrik etkiye sahip olmaktadır. Gerçekte ise durum farklı olabilmektedir. Literatürde yer alan birçok çalışma olumlu ya da olumsuz haberlerin farklı etkiye neden olduğunu göstermektedir. Kim (1998), Kim ve Wong (2006)'da bu sonuca ulaşan çalışmalara örnek gösterilebilir.

GARCH modelinde koşullu varyans, hata teriminin gecikmeli değerinin fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Koşullu varyansı bulmak için hata terimlerinin karesi alınmaktadır. Bu nedenle hata terimi “pozitif mi?” “negatif mi?” sorusunun bir önemi kalmamaktadır. Bu durum şokun simetrik olmasına neden olmaktadır (Brooks, 2008: 404). Nelson (1991) çalışmasında GARCH modelinin bu eksikliğini dikkate alarak pozitif ve negatif şokların etkilerini asimetrik olarak inceleyen bir model geliştirmiştir. Bu modelde koşullu varyansın doğal logaritması, hata teriminin gecikmeli değerinin fonksiyonudur. EGARCH modeli denklemlerle şu şekilde gösterilir (Nelson, 1991: 350):

$$\ln(\sigma_t^2) = \ell_1 + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k g(z_{t-k}), \quad \beta_1 \equiv 1 \quad (3.40)$$

Denklem’de $z_t = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_t}$, standart hale getirilmiş hata terimini göstermektedir. EGARCH modelinde asimetrimin bulunabilmesi için $g(z_t)$ ’nin işaret ve büyüklük etkisini gösteren terimleri de içermesi gerekmektedir. Bu açıklama ışığında $g(z_t)$ denklemi tekrar yazılırsa (Nelson, 1991: 350):

$$g(z_t) = \vartheta z_t + \gamma[|z_t| - E|z_t|] \quad (3.41)$$

Denklem (3.41)’te ϑ terimi hata terimlerinin pozitif mi negatif mi etkiye yol açtığını gösterirken, γ terimi de hata teriminin büyüklüğünü ifade etmektedir. Aynı denklemde, koşullu varyansın logaritması alındığı için parametreler pozitif değer almaktadır. EGARCH modeli bu yönüyle ARCH/GARCH modellerindeki ℓ ve $\beta > 0$ koşulundan farklılık göstermektedir (Nelson, 1991: 350).

3.4.9. Eşik Değerli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (TGARCH) Modelleri

Zaman serilerindeki asimetriyi tespit etmede kullanılan bir diğer oynaklık modeli, eşik değerli genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (Threshold GARCH)’tır. TGARCH modeli Rabemananj ve Zakoian (1993) tarafından geliştirilmiştir. Genelde kaldıraç etkisini incelemekte kullanılan bir modeldir. TGARCH (m,s) modeli şu şekilde gösterilebilir;

$$\sigma_t^2 = \ell_0 + \sum_{i=1}^s (\ell_i + \gamma_i N_{t-i}) \ell_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^m \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3.42)$$

Denklem’de N_{t-i} terimi negatif ℓ_{t-i} yi göstermektedir. Bunu da ayrıca açıklamak gerekirse;

$$N_{t-i} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } \ell_{t-i} < 0 \\ 0, & \text{eğer } \ell_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

Burada ℓ , β ve γ terimleri GARCH modelindeki gibi negatif olmayan parametrelerdir. Modelde pozitif ℓ_{t-i} ’nin $\ell_i \ell_{t-i}^2$ ’ye ve σ_t^2 ’ye katkıda bulunurken, $\gamma_i > 0$ olduğunda ise $(\ell_i + \gamma_i) \ell_{t-i}^2$ ’ye daha büyük bir etkide bulunmaktadır. TGARCH modelinde geçmiş şokların etkilerini ayrı tutabilmek için eşik değer olarak sıfır kullanılmaktadır (Tsay, 2010: 130).

3.4.10. GJR Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GJR-GARCH) Modelleri

Model Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilmiştir. Çalışma temel olarak gelişmekte olan ülkelerde hisse senedi endeksindeki kaldıraç etkisinin varlığını tespit etmeyi amaçlamıştır. GJR-GARCH modeli de EGARCH modelinde olduğu gibi asimetrik etkiyi araştırmaktadır. Aradaki fark ise, EGARCH modeli GARCH(1,1) modeli üzerinden incelerken GJR-GARCH modeli ise ek olarak kukla değişkeni modele dahil etmektedir. Modelin koşullu varyans denklemi incelenecek olursa (Glosten vd. 1993: 1793):

$$\sigma_t^2 = \ell_0 + \ell_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1} \quad (3.43)$$

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } u_{t-1} < 0 \\ 0, & \text{eğer } u_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Koşullu varyansın ARCH parametresi hata teriminin işaretine göre ℓ_1 ve $\ell_1 + \gamma u$ arasında bir değer almaktadır. Pozitif şoklar ℓ_1 ’e etki ederken negatif şoklar $\ell_1 + \gamma u$ ’yı etkilemektedir. Eğer işlem sonucuna göre γu istatistiki olarak anlamlı bulunursa serinin asimetrik etki içerdiği sonucuna ulaşılmaktadır (Glosten vd. 1993: 1793).

Literatürde yer alan bazı çalışmalar varlık getirisi için GJR-GARCH modelinin daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedir. Bunlardan Kim ve Kon (1994), Wang (2009) gibi çalışmalar örnek gösterilebilmektedir.

3.4.11. Birleşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (IGARCH) Modelleri

Engle (1982) tarafından ortaya konulan ARCH modelinden sonra, bu modelin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların sonuçlarından birisi de birleşik GARCH modelidir. Modelin açıklamasından önce neden ortaya konulduğunun anlaşılması daha makul olacaktır. İki değişkenli basit bir zaman serisi regresyonunda artıkların normal dağıldığı ve beyaz gürültülü olduğu daha önce anlatılmıştı. Böyle bir hata teriminden türetilen koşullu varyans denklemi ise denklem (3.11)'de tanımlanmıştı. ARMA süreci olarak ta adlandırılan bu denklemde serinin kendi geçmiş değerlerinin katsayısı (∂_1) ve artıkların geçmiş değerlerinin katsayısı (γ_1)'nın toplamı bire eşit olursa serilerin birim kök içerdiği kabul edilmekteydi. Engle ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen IGARCH modelinde ise bu durum modifiye edilerek şu hale dönüştürülmüştür;

$\partial_1 + \gamma_1 = 1$ iken γ_1 yalnız bırakılırsa $\gamma_1 = 1 - \partial_1$ olacaktır. Bu değer GARCH modelinde yerine konularak model tekrar yazıldığında IGARCH modeli elde edilmiş olacaktır (Caporale vd. 2003: 766):

$$Y_t = \ell + \partial_1 Y_{t-1} + (1 - \partial_1) \varepsilon_{t-1}^2 \quad (3.44)$$

$$\varepsilon_t = z_t h_t^{1/2} \quad (3.45)$$

Eğer ε_t^2 bu tarz bir IGARCH süreci izlerse, ε_t 'nin koşulsuz varyansı sonsuz olur ve ne ε_t ne de ε_t^2 durağan bir kovaryans tanımını karşılar (Caporale vd. 2003: 766).

3.4.12. Çok Değişkenli (Multivariate) GARCH Modelleri

Bu bölümde, şu ana kadar incelenen modeller tek değişkenin zaman içerisindeki değişiminin sebeplerini açıklamaya yöneliktir. Ama gerçekte durum çok farklıdır. Bir varlıkta ya da değerinde meydana gelen değişiklik yalnızca o varlığın

kendisiyle açıklanamayabilir. Örneğin bir menkul kıymetin ya da ekonomik değişkenin zaman içerisinde değişmesi, sadece menkul kıymetin geçmiş değerleri ya da hareketleriyle açıklanamaz. O değişkeni etkileyen bir ya da birden fazla değişken de olabilir. Klasik ARCH/GARCH modellerinin bu eksikliğini gidermek amacıyla Bollerslev, Engle ve Wooldridge (1988) VECM GARCH modelini geliştirmişlerdir. Daha sonra BEKK-GARCH, sabit koşullu korelasyonlar modeli (CCC) ve dinamik koşullu korelasyonlar modeli (DCC) gibi modeller türetilerek alternatif yöntemler geliştirilmiştir.

Temel olarak bu modellerin ARCH/GARCH tarzı modellerden çok fazla farkı bulunmamaktadır. Aralarında dikkate değer en önemli fark çok değişkenli modellerin kovaryanslarının zaman içerisindeki hareketlerini de dikkate almasıdır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında çok değişkenli GARCH modellerinden bahsedilecektir.

3.4.12.1. VECM-GARCH ve DVECM-GARCH Modelleri

Özellikle finansal piyasalardaki riskleri ve avantajları tahmin edebilme açısından oynaklık kümelenmelerini ve davranışlarını çözümlemek, karar vericiler ve politika yapıcılar açısından büyük öneme haiz olmaktadır. Yalnız, sadece oynaklığı ölçmek tek başına yeterli olamayabilir. Bu nedenle değişkenlerin oynaklığının birbirlerine etkilerini de incelemek gerekebilmektedir. Değişkenler arasındaki oynaklık ilişkisini inceleyen modeller kısaca MGARCH olarak adlandırılmaktadır ve çalışmanın bundan sonraki kısmında da bu şekilde ifade edilecektir.

MGARCH modelleri, piyasa oynaklığının dinamik ilişkilerini modellemek için finansal zaman serilerinin varlık getirilerine uygulanmaktadır. Yine MGARCH modelleri aracılığıyla dinamik ve optimal hedge oranı tahmin edilebileceği gibi portfolyo riski de minimize edilmeye çalışılabilir (Safarzadeh, 2015: 4).

MGARCH tarzı oynaklık modelleri içerisinde yapılan ilk çalışma Bollerslev, Engle ve Wooldridge (1988) tarafından gerçekleştirilen VECM modelidir. VECM modeli koşullu varyans matrisi ile oluşturulmaktadır. Bu modelde tahmin yapılırken “n” değişkenden oluşan, sıfır ortalamalı hata terimlerinin “n” boyutlu varyans-

kovaryans matrisi oluşturulmaktadır. Dışsallığın olmadığı bir durumda $n \times 1$ 'lik bir MGARCH modeli şu şekilde gösterilebilir (Bollersler vd. 1988: 119):

$$y_t = \ell + \theta H_t \vartheta_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.46)$$

Koşullu varyans denklemi ise:

$$vech(H_t) = F + \sum_{i=1}^q B_i vech(\varepsilon_{t-i} \varepsilon'_{t-i}) + \sum_{j=1}^p G_j vech(H_{t-j}) \quad (3.47)$$

$\varepsilon_t | \varphi_{t-1} \sim n(0, H_t)$ denklemiyle ifade edilmektedir.

Modelde;

a_0 : $n \times 1$ boyutlu sabitler vektörünü

H_t : 2×2 boyutunda koşullu varyans-kovaryans matrisini

F : $1/2 n(n+1) \times 1$ boyutlu sabit terimler vektörünü

ε_t : $n \times 1$ boyutunda hata terimleri vektörünü

φ_{t-1} : $t-1$ dönemindeki bilgi setini temsil etmektedir.

B ve G: $i=1,2,\dots,p$ ve $j=1,2,\dots,q$ olmak üzere $1/2 n(n+1) \times 1/2 n(n+1)$ boyutlu parametre matrisidir. $vech(.)$ ise $n \times n$ boyutlu matrisin üst üçgensel bölgesinde kalan kısmını sütuna çeviren matematiksel bir operatörü ifade etmektedir. Bu açıklamaları denklem (3.47)'deki yerlerine koyarak model şu şekilde ifade edilebilir (Bollersler vd. 1988: 122):

$$h_t = \begin{bmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{01} \\ f_{02} \\ f_{03} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{21,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{bmatrix} \quad (3.48)$$

Herhangi bir parametrizasyonun geçerli olabilmesi için, VECM örneklem alanındaki bütün ε_t değerleri için H_t 'nin pozitif tanımlanmış olması gerekmektedir. Ama bu durum tahmin yapılırken zor olabilmektedir (Engle ve Kroner, 1995: 126).

Denklem (3.48)'de $h_{21,t}$ denklemden çıkartılmıştır. $\varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1}$ ve $h_{21,t-1}$ parametrelerinin de katsayısı yoktur. B ve G matrislerinin her birinde 9 adet parametre bulunmaktadır. Sadeleştirilen terimler modeli bozmadan çıkartılır ve sonuç olarak $(n(n+1)/2)^2$ kadar parametre kalır. Modelin tahmin edilebilmesi için gerekli parametre sayısı ise, $[(n(n+1)/2)(n(n+1)/2)(p+q)]$ olmaktadır. İki değişkenli birinci dereceden bir model için tahmin edilmesi gereken parametre sayısı 21'dir. Özellikle finansal serilerde parametre sayısı çok fazla olmaktadır. Bu durumu çözmek için B ve G matrisinin köşegen matrisler olduğu kabul edilir. Bu tarz modeller de "Köşegen VEC (DVEC) Modeli" olarak adlandırılmaktadır (Çoşkun, 2011: 146).

DVEC GARCH modelinde her bir kovaryansın sadece kendi geçmiş değerleri ve $\varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1}$ 'nin geçmiş değerleri tarafından belirlendiği kabul edilirse, tahmin edilecek parametre sayısı azalmaktadır. VEC GARCH modeli çözümlenirken tahmin edilmesi gereken parametre sayısı $[(\frac{n(n+1)}{2})(1 + (\frac{n(n+1)}{2})(p+q))]$ iken DVEC GARCH modelinde bu sayı $\frac{(p+q+1)(n \times n+1)}{2}$ olmaktadır. Kısaca, iki değişkenli bir VEC modelinde tahmin edilmesi gereken parametre sayısı 21 iken DVEC modelinde 9 olmaktadır (Engle ve Kroner, 1995: 126). Bu durumda B ve G matrisleri köşegen (diagonal) olmaktadır (Karunanayake ve Valadkhani, 2011: 281).

$$h_t = \begin{bmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{01} \\ f_{02} \\ f_{03} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & 0 & 0 \\ 0 & g_{22} & 0 \\ 0 & 0 & g_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{21,t-1} \\ h_{2,t-1} \end{bmatrix} \quad (3.49)$$

DVEC modeli sonsuz dereceden çok değişkenli bir ARCH modeli olarak da düşünülebilir. Son gözlemler, ilk gözlemlerden daha fazla ağırlığa sahiptir. Varyans-kovaryans matrisinin ya da korelasyon matrisinin pozitif yarı belirli⁴ olması gerekmektedir. Köşegen üzerindeki tüm sayılar pozitif olduğunda matris esas köşegene göre simetrik olacaktır. Bu noktada görülebilecek en önemli eksiklik ise

⁴ Matrisin tüm karakteristik kökleri negatif olmayan ya da en az bir kökü sıfıra eşit ise buna pozitif yarı belirli denilmektedir.

varyans-kovaryans matrisi pozitif yarı belirli olma şartını her zaman sağlamayabilmektedir (Akel, 2011: 33).

3.4.12.2. BEKK-GARCH Modeli

Baba vd. (1991) tarafından önerilen ve daha sonra Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen BEKK parametrizasyonu, VECHE parametrizasyonunda karşılaşılan varyans-kovaryans matrisi h_t 'nin pozitif tanımlı olması sorununun çözümü için öneri niteliği taşımaktadır. BEKK parametrizasyonu da VECHE gibi, koşullu kovaryans matrisini doğrudan modelleyen bir parametrizasyondur (Silvennoinen ve Terasvirta, 2009: 203). MGARCH modellerinde, tüm parametrizasyonların kullanılabilir olabilmesi için h_t 'nin, hata terimlerinin ve bilgi setinin (x_t) tüm değerleri için pozitif tanımlı olması gerekir. VECHE gösteriminde ve hatta köşegen gösterimde, bu kısıtlamanın kontrolü kolay olmadığı gibi, uygulamada kullanımı da kolay değildir (Engle ve Kroner, 1995: 126).

BEKK parametrizasyonu ile, modelin optimizasyon sürecinde koşullu varyans matrisinin pozitif tanımlı olma koşulunu sağlaması amaçlanmaktadır (Tse ve Tsui, 2002: 352). Bu yüzden, BEKK parametrizasyonunun en önemli özelliği kareli (quadratic) yapısı nedeniyle, pozitif tanımlı olmaları için parametreler üzerinde herhangi bir kısıt kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Bu model aşağıdaki denklemde şu şekilde tanımlanmaktadır (Engle ve Kroner, 1995: 127):

$$h_t = f_0 f_0' + \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^q B_{ki}' \varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' B_{ki} + \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^p G_{ki}' \sum_{t-i}^t \varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' G_{ki} \quad (3.50)$$

Toplama limiti K , sürecin genelleştirme derecesini belirler. Burada; f_0 üçgensel matris, B_{ki} ve G_{ki} $n \times n$ boyutlu parametre matrisleridir. BEKK modelinin parametreleri, VECHE modelinde olduğu gibi farklı gecikmeli terimlerin h_t 'nin elemanlarına etkisini doğrudan göstermez; BEKK, VECHE parametrizasyonunun özel bir durumudur. BEKK modeli tüm muhtemel pozitif tanımlı doğrusal köşegen modelleri kapsar ve bu anlamda geneldir (Engle ve Kroner, 1995: 127). $n = 2$ ve $K = p = q = 1$ şeklinde tanımlanmış BEKK modelinin matris gösterimi aşağıdaki gibidir (Erdoğan ve Bozkurt, 2009:149):

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} f_{11}^* & 0 \\ f_{21}^* & f_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_{11}^* & f_{21}^* \\ 0 & f_{22}^* \end{bmatrix} \\
&+ \begin{bmatrix} b_{11}^* & b_{21}^* \\ b_{12}^* & b_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{21,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11}^* & b_{12}^* \\ b_{21}^* & b_{22}^* \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} g_{11}^* & g_{21}^* \\ g_{12}^* & g_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} &\begin{bmatrix} g_{11}^* & g_{12}^* \\ g_{21}^* & g_{22}^* \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{3.51}$$

BEKK ve VECHE parametrisasyonları karşılaştırıldığında, BEKK'in parametre sayısını önemli ölçüde azalttığı görülmektedir. $n=2$ için VECHE gösterimi 21 parametre gerektirirken, BEKK parametrisasyonu sadece 11 parametre kullanmaktadır. Bu sayı değişken sayısının artması ile daha büyük farklar göstermektedir. BEKK (1,1,K) parametrisasyonunda parametre sayısı $n(5n+1)/2$ 'dir. Bu sayıyı ve dolayısıyla modelin genelliğini azaltmak için köşegen BEKK parametrisasyonu kullanılabilir; bu durumda B_k^* ve G_k^* köşegen matrisler olur. Bu model aynı zamanda bir köşegen VECHE modelidir, ancak daha az geneldir. Köşegen BEKK'te kovaryans denklemlerinin parametreleri (h_{ijt} , $i \neq j$), varyans denklemlerinin parametrelerinin çarpımları tarafından belirlenir. Köşegen VECHE parametrisasyonu pozitif tanımlılığı sağlamazken, bu model sağlamakta ve parametre sayısını azaltmaktadır. Köşegen VECHE 9 parametre, köşegen BEKK 7 parametre gerektirir (Akel, 2011:32-33). BEKK modelinin sağladığı pozitif tanımlılık avantajının yanında, parametre sayısını da azaltma özelliğine sahip olan köşegen BEKK parametrisasyonu $n=2$ ve $K=p=q=1$ için denklem 46'daki gibi ifade edilir;

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} f_{11}^* & 0 \\ f_{21}^* & f_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_{11}^* & f_{21}^* \\ 0 & f_{22}^* \end{bmatrix} \\
&+ \begin{bmatrix} b_{11}^* & 0 \\ 0 & b_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{21,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11}^* & 0 \\ 0 & b_{22}^* \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} g_{11}^* & 0 \\ 0 & g_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} &\begin{bmatrix} g_{11}^* & 0 \\ 0 & g_{22}^* \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{3.52}$$

böylece tahmin edilecek parametre sayısı 11'den 7'ye düşmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DALGACIK (WAVELET) TEORİSİ

Dalgacık teorisi, uygulamalı matematik biliminin genişletilmiş ve nispeten daha yeni bir yöntemidir. Bu yöntem, verileri, sinyalleri ya da operatörleri farklı frekans bileşenlerine ayırmaya ve daha sonra ölçeğiyle eşleşen her bileşeni incelemeye olanak tanımaktadır. Matematikten fiziğe, mühendislikten ekonomiye kadar birçok alanda kullanılabilirliği olan dalgacık teorisi serilerin kısa-orta-uzun ölçeklerde incelenmesine imkan sunar. Bu yönüyle dalgacık teorisi birçok pozitif avantaja sahip olmaktadır (Daubechies, 1999: 1).

Dalgacık teorisinin temeli sayılan Fourier dönüşümü, verilerin ya da sinyallerin frekans tanım kümesine çevrilmesini sağlamaktadır. Ancak bu işlemi gerçekleştirirken bazı eksiklikler ortaya çıkmaktadır. Bunlardan en önemlisi, Fourier dönüşümü yapıldığında frekans boyutunda bilgiler incelenenilirken zaman boyutunda bilgiler gözlemlenememektedir. Bu nedenle Gabor tarafında kısa zamanlı Fourier dönüşümü (KFD) ortaya konmuştur. KFD, verilerin hem zaman boyutunda hem de frekans boyutunda incelenmesine imkan tanırken, zaman aralığı tüm frekanslar için aynı olduğundan kullanışlılığı düşük olmaktadır. Tüm bu incelemelerin ardından frekansların zaman içerisindeki durumunun değişebileceğini dikkate alan dalgacık teorisi geliştirilmiş ve ihtiyaçlara uygun olacak şekilde farklı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.

Çalışmada ele alınacak olan yöntem dalgacıklara ayrılmış serileri kapsadığı için bu kısımda dalgacık teorisinin tarihi, gelişim süreci ve yöntemleri ele alınacaktır. Serilerin ya da sinyallerin frekanslara ayrılması Fourier'ın çalışması ile ortaya çıktığı için ilk önce Fourier analizi ele alınacak, daha sonra KFD, sürekli ve kesikli dalgacık dönüşümleri detaylarıyla incelenecektir.

4.1. Fourier Analizi

Fourier analizi, Fransız matematikçi ve fizikçi Jean-Baptiste Joseph Fourier'in 1807'de yazdığı "Isının Analitik Kuramı" adlı eseri ile ortaya çıkmıştır. Fourier bu çalışmada ısınnın insan vücudunda yayılmasını ve dağılmasını sinüsoidal fonksiyonlarla açıklamaya çalışmıştır (Gürsaka, 2009: 8). Fourier analizi,

mühendisliğin ve sosyal bilimlerin birçok alanında kullanılabilmektedir. Bu analiz veriyi (sinyali) bir alandan, verinin birçok özelliğinin ortaya çıkmasına neden olan bir başka alana dönüştürmektedir. Bu dönüşümlerden birisi spektral ya da frekans alanı olarak adlandırılırken, orijinal verinin alanı genellikle zaman alanı ya da spatial (uzlamsal) alan olarak adlandırılır. Fourier analizi hem Fourier dönüşümünü hem de Fourier serilerini içermektedir (Goswami ve Chan, 2011: 34).

Fourier serileri, herhangi bir periyodik fonksiyonun, sinüs ve kosinüs ya da buna benzer sinüsoid yöntemlerle oluşturulmuş periyodik fonksiyonların toplamı olarak nitelendirilmektedir (Brandwood, 2003: 4). Fourier serileri ile Fourier dönüşümü iki farklı fonksiyon sınıfı içerdiği için matematikçiler tarafından ayrı ayrı ele alınmaktadır. Mühendislik bilimi ise Fourier dönüşümünün T zamanlı periyodik bir fonksiyonun sonsuza yakınsamasına izin vererek Fourier serilerinin bir uzantısı haline geldiğini savunmaktadır. Bu tartışmadan hareketle reel değerli bir periyodik fonksiyon $p(t)$, $[p(t) = p(t + T)]$, Fourier serisi olarak gösterilecek olursa (Goswami ve Chan, 2011: 35);

$$p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \alpha_k e^{jk\omega_0 t} \quad (4.1)$$

$$\alpha_k = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t) e^{-jk\omega_0 t} dt \quad (4.2)$$

Denklem (4.1) ve (4.2)'de, α_k Fourier katsayılarını, $T = k\omega_0$ periyodu, ω_0 ise temel frekansı ifade etmektedir. $\{e_k\} = \{e^{jk\omega_0 t}\}$, $k \in Z$ şeklinde oluşturulmuş fonksiyon kümesi $L^2[t_0, t_0 + T]$ 'de ortogonal⁵ (dikey) bir temel oluşturur.

$$\int_{t_0}^{t_0+T} e_k \bar{e}_l dt = T \delta_{k,l} \quad (4.3)$$

α_k katsayısı iç çarpım şeklinde tekrar formüle edildiğinde;

$$\alpha_k = \frac{1}{T} (e^{jk\omega_0 t}, p(t)) \quad (4.4)$$

Denklemden, $k\omega_0$ 'da ki $p(t)$ fonksiyonun ortogonal bileşenini temsil eder. Dolayısı ile Fourier serisi, $\{e_k\}$ 'ye göre $p(t)$ 'nin ortogonal bir genişlemesidir denilebilir. Ancak seri ($k = -N, \dots, N$) şeklinde kesilirse yukarıdaki ifade doğru

⁵ Ortogonal fonksiyonlar, “periyodik iki fonksiyon kümesinin çarpımlarının toplamı sıfır oluyorsa bu iki fonksiyon ortogondur” şeklinde ifade edilmektedir.

olmayabilir. Ortogonal Fourier katsayıları, bu tür hatanın ortalama karesini en aza indirgeyebilmektedir. Sinüs ve kosinüs fonksiyonları kullanılarak Fourier serisi oluşturulacak olursa (Goswami ve Chan, 2011: 35):

$$p(t) = \frac{\alpha_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (\alpha_k \cos k\omega_0 t + b_k \sin k\omega_0 t), \quad (4.5)$$

Bu denklemde α_k ve b_k reel sayılardır. Denklem sadece pozitif harmonikler kullanılarak gösterilirse;

$$p(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \cos(\omega_0 t + \theta_k) \quad (4.6)$$

$$|c_k| = \sqrt{\alpha_k^2 + b_k^2}, \theta_k = \tan^{-1}\left(-\frac{b_k}{\alpha_k}\right) \quad (4.7)$$

Burada, $c_k = |c_k|e^{j\theta_k}$ kompleks sayılardır. α_k ve b_k hesaplamak için gereken formüller ise (Goswami ve Chan, 2011: 36):

$$\alpha_k = \frac{2}{T} \int_0^T p(t) \cos k\omega_0 t \, dt, \quad (4.8)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T p(t) \sin k\omega_0 t \, dt, \quad (4.9)$$

Denklem (4.6), Fourier serilerini göstermekte iken, (4.8) ve (4.9) numaralı denklemler ise Fourier dönüşümünü ifade etmektedir. Kısacası, Fourier katsayılarının tespit edilmesinin bir diğer anlamı da Fourier dönüşümü olmaktadır.

$p(t)$ fonksiyonu incelenirken, $p(t)=p(-t)$ ise fonksiyon çift, $p(-t)=p(t)$ ise tek fonksiyon olarak adlandırılmaktadır. $p(t)$ çift fonksiyon ise $\int_{-n}^n p(t) dp = 2 \int_0^n p(t) dp$ olurken, tek fonksiyon için $\int_{-n}^n p(t) dp = 0$ sonucunu almaktadır. İncelenen fonksiyonun Fourier serisi sadece kosinüs teriminden oluşursa çift kosinüs olacak ve fonksiyon çift fonksiyon olarak adlandırılacaktır. Tersisi durumda fonksiyonda bir tane sinüs terimi varsa fonksiyon tek olacaktır. Buradan hareketle Fourier sinüs serisi şu şekilde olacaktır (Gürsaka, 2009: 20);

$$p_s(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(k\omega_0 t) \quad (4.10)$$

Fourier kosinüs serisi ise;

$$p_c(t) = \frac{\alpha_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \cos(k\omega_0 t) \quad (4.11)$$

Fourier dönüşümünde, kompleks sinüsoidal fonksiyonlar temel alınır. Kompleks üstel fonksiyonların her biri için bulunan frekanslar verinin o noktadaki frekansı ile karşılaştırılır. Veride sinüsün frekansı varsa Fourier katsayısı ve korelasyon yüksek çıkmaktadır. Bu katsayının yüksek olması da veri ile frekans arasında sinüs uyumunun yüksek olduğu anlaşılır (Küçük, 2004: 102-103).

4.1.1. Fourier Serilerinin Özellikleri

$p(t) \leftrightarrow a_k$ ve $r(t) \leftrightarrow b_k$ olmak koşuluyla, Fourier serilerinde bulunan özellikler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (<http://w3.bilecik.edu.tr/wp-content>, 2017):

1. Doğrusallık Özelliği;

$$c_1.p(t) + c_2.r(t) \leftrightarrow c_1.a_k + c_2.b_k \quad (4.12)$$

2. Çarpma Özelliği;

$$p(t).r(t) \leftrightarrow a_k^l = \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_m.b_{n-m} \quad (4.13)$$

3. Zamanda Gecikme Özelliği

$$x(t - t_0) \leftrightarrow a'_k = e^{-jk\omega_0 t} a_k \quad (4.14)$$

4. Zamanda Tersine Çevirme Özelliği

$$x(-t) \leftrightarrow a'_k = a_{-k} \quad (4.15)$$

5. Zamanda Ölçekleme Özelliği

$$x(zt) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{-jk\omega_0 t} \quad (4.16)$$

6. Eşlenik Özelliği

$$x^*(-t) \leftrightarrow a'_k = a_{-k}^* \quad (4.17)$$

Fourier analizinde, daha önceden de bahsedildiği üzere veri, frekanslarına ayrılırken zaman boyutu incelenememektedir. Buna ek olarak, veri zaman içerisinde durağan ise yani çok fazla değişim göstermiyorsa, Fourier analizinin kullanılması sorun oluşturmamaktadır. Ekonomik ya da finansal seriler genellikle mevsimsellik, konjonktür dalgalanmaları ve yapısal değişimler gösterdiği için bu yöntemin kullanılması pek mümkün olamayabilmektedir (Çifter, 2010: 47).

4.2. Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü (KFD)

Standart Fourier dönüşümü, verileri bileşenlerine ayırır ve bileşenin gücünü belirlemeye yarar. Bu işlem gerçekleşirken tüm frekans özellikleri ortaya çıkmamaktadır. Frekans alanında bir nokta ele alındığında, bu zaman ortamında tüm

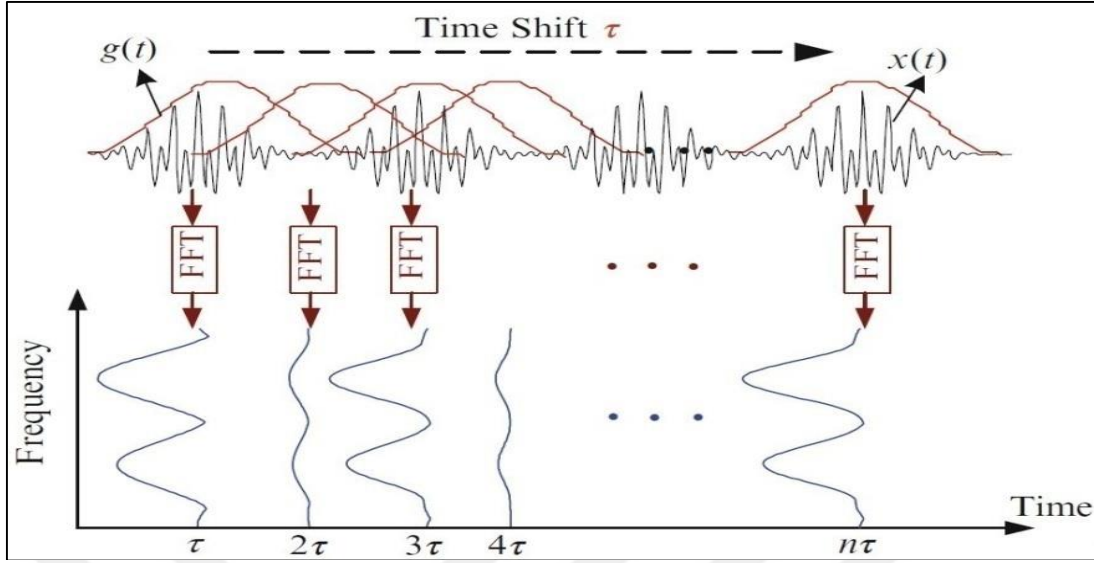
zaman aralığına denk gelmektedir. Sabit periyoda sahip olmayan veriler ani değişimler içerdiği için standart Fourier dönüşümü uygun olmayabilmektedir. Bu sebeplerden yola çıkarak Gabor tarafından geliştirilen kısa zamanlı Fourier dönüşümü, daha iyi sonuçlar vermektedir (Köktürk, 2006: 12).

KFD, sürgülü bir pencere fonksiyonunun kullanılması ile Fourier dönüşümünün basit bir lokalizasyonudur. Bu pencerenin kullanımı KFD dönüşümünü iki parametrenin fonksiyonu şekline getirmektedir. Bu parametrelerden ilki, pencere merkezinin konumunu veren zaman parametresi, diğeri de pencereye uygulanmış olan sinyalin Fourier dönüşümünün hesaplanmasına yarayan frekans parametresidir. KFD, zaman çevirimi ve ölçekleme yerine zaman ve frekans çevrimine dayanır ve bu yönüyle dalgacıklardan farklı bir hal alır (Carmona vd. 1998: 101).

$x(t)$, t dönemine tanımlı bir fonksiyon, τ ise t dönemi boyunca öteleme miktarını ve $g(t)$ ise zaman içerisinde ötelenmiş ve frekans'a dönüştürülmüş pencere fonksiyonunu göstermek üzere denklem şu şekilde ifade edilir (Gao ve Yan, 2011: 22);

$$KFD(\tau, f) = \langle x, g_{\tau, f} \rangle = \int x(t) g_{\tau, f}^*(t) dt = \int x(t) g(t - \tau) e^{-jk\omega_0 t} dt \quad (4.18)$$

Denklem (4.18), $x(t)$ fonksiyonu ile ötelenme ile frekans haline getirilmiş $g(t)$ fonksiyonu arasındaki benzerlik ölçütü olarak da ifade edilebilir.



Şekil 4.1: $x(t)$ sinyali için yapılmış KFD.

Kaynak: (Gao ve Yan, 2011)

Şekil 4.1 üzerinde konu açıklanmaya çalışılırsa, $x(t)$ dönemi boyunca τ miktarınca öteleme yapılır. Her bir pencere içerisindeki zaman dilimi $g(t)$ fonksiyonu olarak adlandırılır ve lokalize bir şekilde Fourier dönüşümü gerçekleştirilir. Pencere tekrar τ miktarınca hareket ettirilerek aynı işlem n sayıda uygulanır. Pencere fonksiyonundaki ($g(t)$) sinyal segmentinin durağana yakın olduğu kabul edilir. KFD, zamanın etki alanı sinyalini iki boyutlu zaman-frekans boyutuna dönüştürür ve sinyalin frekans bilgilerinin pencere işlevi içindeki değişimlerini ortaya çıkartır. Bu durum zaman-frekans grafiğinde gösterilmiştir.

4.3. Dalgacık Teorisi

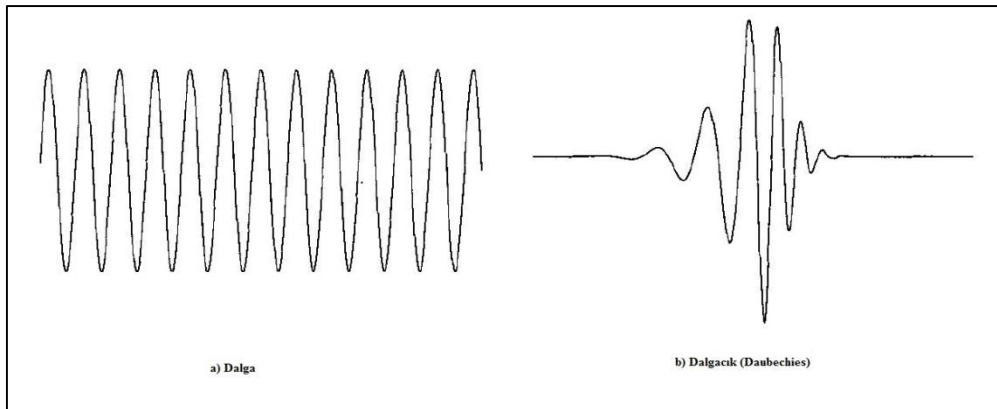
Dalgacık analizi, 1980'lerin uygulamalı matematiğine kıyasla daha gelişmiş bir yöntemdir. Harmonik analizdeki gelişmelerden bağımsız bir şekilde, birçok araştırmada sürekli dalgacık formunda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Özellikle Grossman ve Morlet, jeolojik verilerin analizinde sürekli dalgacık analizinden yararlanmışlardır. Daubechies tarafından geliştirilen ve pürüzsüz, sıkı şekilde denetlenebilen ve ortonormal⁶ olan dalga bloku sınıfı ortaya konulduktan sonra sürekli dalgacık formu önemini kısmen de olsa kaybetti. Bu gelişmeye ek olarak S.

⁶Ortonormal bir fonksiyon, ortogonalite özelliğinin yanında vektörlerin bulunduğu uzayı gemesi, kümenin elemanlarının doğrusal bağımsız olması ve vektörlerin birbirine eşit olması özelliklerini taşıması durumunda ortaya çıkar.

Mallat ve Y. Meyer, çoklu çözelti analizi olarak adlandırılan yöntemi geliştirmiştir (Tang, 2009: 1).

Morlet, yer altına gönderilen darbelerin, ince, kısa aralıklı katmanların geri dönüşlerini ayırmak için yüksek frekanslarda uzun bir süreye sahipti. Süreleri birbirine eşit darbeler yaymak yerine, yüksek frekanslarda daha kısa dalgalar göndermeyi tasarlayarak bir nevi dalgacıkların temelini atmış oluyordu. Burada ki mantık, tek bir işlevi ölçeklendirerek dalgacıkları elde etmektir. Bu düşünce, teorik fizikçi Grossmann'ın katkılarıyla modellendirilebilmiştir. Bu şekilde, Gabor'dan yaklaşık 40 yıl sonra Morlet ve Grossmann sürekli dalgacık dönüşümünün biçimlenmesine yol açmıştır (Mallat, 2008: 26).

Dalga, genellikle bir sinüsoid gibi zamanın ya da alanın titreşen bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Fourier analizi de bir dalga analizidir. Durağan olan veriler, sinüs, kosinüs ya da buna benzer karmaşık üstel denklemlerle genişletilmektedir. Dalgacık ise, geçici, durağan olmayan veya zaman içerisinde değişim gösteren sinyallerin (verilerin) analizini yapabilmek için enerjisini zamana yoğunlaştıran küçük dalgalara denmektedir. Titreşim yapan dalga, karakteristik özelliklerini kaybetmemesinin yanında esnek bir matematiksel temel ile zaman ve frekans analizinin eş anlı bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır. Aşağıdaki şekilde sonsuz bir enerjiye sahip dalga ile sonu olan bir enerjiye sahip dalgacık örneği verilmektedir (Burrus vd. 1998: 1).

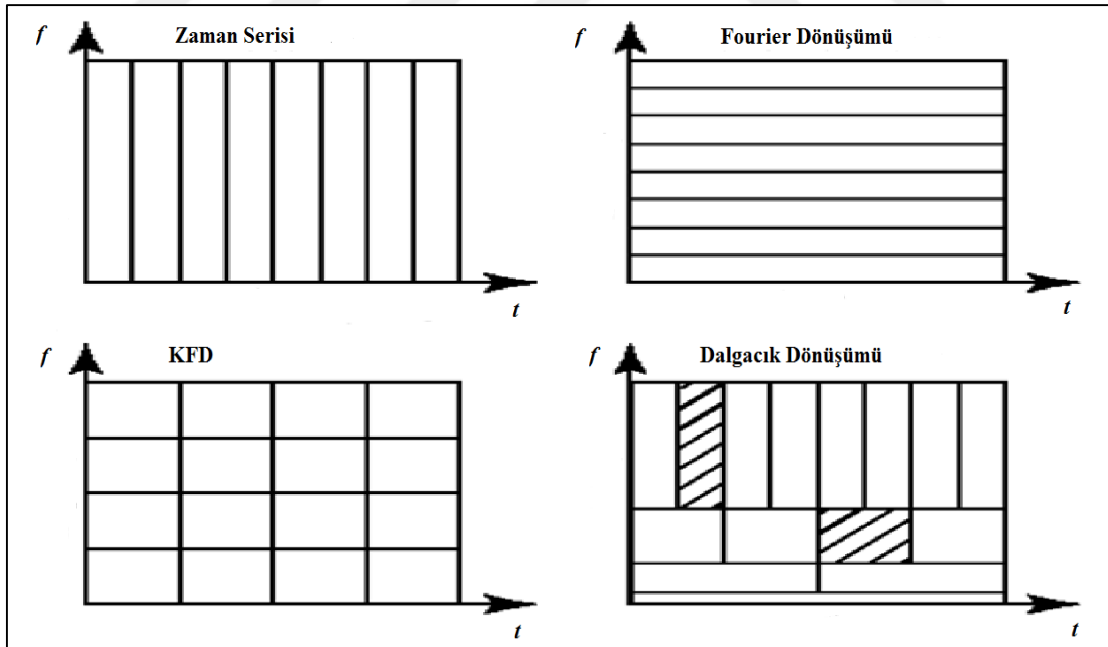


Şekil 4.2: Dalga ve dalgacık.

Şekil 4.2, a'da gösterilen dalga, sönümsüz ve basit bir harmonik titreşim ile üretilmektedir. Şekildeki b kısmında gösterilen dalgacıkta ise sönümlü bir

salınım vardır ve genişleme hem pozitif hem de negatif taraflarda sıfıra iner. Bu grafikten yola çıkarak, dalgacık, iki koşulu sağlaması gereken özel bir işarettir. Bu koşullardan ilki, dalgacık salınımlı olmalıdır. İkincisi ise, genişleme yalnızca kısa bir aralıkta sıfırdan farklı olmalıdır (Tang, 2009: 3).

Daha önceki açıklamalarda, Fourier dönüşümünde sinyalin frekans boyutunda incelenemediği ama zaman boyutunun incelenemediği anlatılmıştı. Bu duruma alternatif olarak geliştirilen KFD, sinyali eşit parçalara ayırarak her bir zaman dilimi için Fourier dönüşümü gerçekleştirerek hem zaman hem de frekans analizinin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktaydı. Gerçekte ise zaman dilimi eşit parçalara bölünerek dönüşüm yapıldığında frekanslar çok sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Çünkü, seriler farklı zaman dilimlerinde farklı değişimler izleyebilirler. Bu nedenle KFD de durağan olmayan serilerde çok avantajlı olamamaktadır. Bu eksikliği gidermek için geliştirilen dalgacık dönüşümü farklı zaman dilimlerinde farklı frekans dönüşümlerinin yakalanmasını sağlamaktadır. Anlatılan husus bir şekil üzerinde anlatılacak olursa;



Şekil 4.3: Dönüşümlerin karşılaştırılması.

Kaynak:(Gençay, Selçuk ve Whitcher, 2002: 98)

Panelin sol üst kısmında verilen sinyalin farklı tekniklerle frekanslara dönüşümü şekil 4.3 üzerinde gösterilmektedir. Panelin sağ üst kısmında Fourier dönüşümü uygulandıktan sonraki durum bulunmaktadır. Fourier dönüşümü gerçekleştirildikten sonra frekans çözünürlüğü elde edilirken zaman çözünürlüğü bulunmamaktadır. Sol alt tarafta ise kısa dönemli Fourier dönüşümü uygulandıktan sonraki durum gözlemlenebilir. Burada zaman ve frekans eşit çözünürlükte elde edilmektedir. Panelin sağ alt tarafında ise dalgacık dönüşümü uygulanmış grafik gözlemlenmektedir. Burada, zaman-frekans düzlemi uyarlanabilir bir şekilde dizayn edilmiştir. KFD, serileri eşit parçalara ayırdığı için uzun dalgalardaki bilgileri yakalamakta yetersiz kalabilmektedir. Dalgacık dönüşümü ise her bir dalgayı ayrı ayrı incelediği için daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Dalgacık, küçük dalgalara denilmektedir. Küçük dalga zamanın bir bölümünde büyür ve sonra tekrar azalır. Yani, kısmen büyük bir dalga halini alır. Şimdi, $\sinüs(p)$ şeklinde bir fonksiyon ele alınacak olsun. Fonksiyonun özelliklerine bakılacak olursa, $p \in (-\infty, \infty)$ ve reel sayılar kümesinde tanımlı $\psi(.) \in (-\infty, \infty)$ fonksiyonları olsun. Bu fonksiyonların şu iki özeliğe sahip olması beklenmektedir (Percival ve Walden, 2000: 2):

1) $\psi(.)$ fonksiyonunun integrali sıfır olmalıdır.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(p) dp = 0 \quad (4.19)$$

2) $\psi(.)$ fonksiyonunun karesinin integrali bire eşittir.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^2(p) dp = 1 \quad (4.20)$$

Sinüs fonksiyonu için, üstteki integral sonsuz olmaktadır, bu nedenle $\sin^2(.)$ yeniden normalize edilemez. Sonlu bir aralıkta olan $(-T, T)$ ve $0 < \epsilon < 1$ durumunda olan bir ϵ , denklem (4.21)'de tekrar incelenirse;

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^2(p) dp = 1 - \epsilon \quad (4.21)$$

Eğer, ϵ sıfıra çok yakın ise $\psi(.)$ fonksiyonu $(-T, T)$ alanının dışında sıfırdan büyük ölçüde sapma gösterebilir. Bunun anlamı, sıfırdan farklı hareketler esasında $(-T, T)$ aralığında sınırlandırılmaktadır. Sinyalin sıfırın üzerinde yaptığı hareketler,

sıfırın altında yapılacak hareketlerle iptal edilmelidir. Bu nedenle sinyal dalgaya benzemektedir (Percival ve Walden, 2000: 2).

Fonksiyon, $\|\psi\| = 1$ şeklinde normalize edilmiş ve $t=0$ civarında merkezdedir. Frekans atomları ailesi ψ 'yi s ile ölçekleyerek ve onu u 'ya çevirerek bulunur. Bu açıklama denklem ile gösterilecek olursa (Mallat, 2008: 120);

$$\psi_{u,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t-u}{s}\right) \quad (4.22)$$

Denklem (4.22)'de ifade edilen şey temelde ana dalgacıktan başka bir şey değildir. Bu atom normalleştirilmiş şekilde ($\|\psi_{u,s}\| = 1$) kalsın. $p \in L^2(R)$ 'nin u zamanında ve s ölçeğinde dalgacık dönüşümü şu şekilde olacaktır;

$$W p(u, s) = \langle p, \psi_{u,s} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} p(t) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi^*\left(\frac{t-u}{s}\right) dt \quad (4.23)$$

Tezin bu kısmında, verilerin sinüsoidlerle genişletilmesi ve dalgacıklara ayrılması detaylarıyla incelenecektir. Bu aşama gerçekleştirilirken de, önce sürekli dalgacık dönüşümü açıklanacak, daha sonra kesikli dalgacık dönüşümü konuları detaylarıyla birlikte ele alınacaktır.

4.3.1. Sürekli Dalgacık Dönüşümü

Önceki kısımlarda ele alınan kısa zamanlı Fourier dönüşümü, verilerin zaman-frekans analizini yapabilmenin yöntemlerinden birisidir. Yine önceden yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere KFD sabit zaman-frekans analizi yapmaya olanak sağladığı için birçok uygulamada büyük bir kısıt ortaya çıkartmaktadır. Dalgacık serileri ve dalgacık dönüşümü alanında yaşanan gelişmeler dalgacıklar yöntemini KFD'den daha başarılı konuma taşımıştır (Goswami ve Chan, 2011: 72).

$\psi \in L^1(R) \cap L^2(R)$ şeklinde tanımlanmış sabit bir fonksiyon ele alınacak olsun. Bu fonksiyonda $\psi \in L^1(R)$ tek başına da yeterli olabilir ancak $\psi \in L^2(R)$ de kabul edilerek dalgacık dönüşümü sınırlaması garanti altına alınmış olur. $\psi_{(b,a)}$; $b \in R$ ve $a \in R$ olmak üzere (Carmona vd. 1998: 129);

$$\psi_{(b,a)}(p) = \frac{1}{a} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right), \quad x \in R \quad (4.24)$$

Denklem (4.24)'te $\psi_{(b,a)}$, orijinal dalganın (ψ) a tarafından ölçeklendirilmiş ve zaman çevresinde b tarafından merkezi hale getirilmiş bir kopyası olarak adlandırılabilir. Verilen bu sonlu dalganın sürekli dalgacık dönüşümü şu şekilde ifade edilebilir (Carmona vd. 1998: 129):

$$T_p(b, a) = \langle p, \psi_{(b,a)} \rangle = \frac{1}{a} \int p(x) \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx \quad (4.25)$$

$T_p(b, a)$ değeri b noktası çevresinde x ölçeğindeki p sinyali ile ilgili bilgileri içermektedir. Denklemde, b ölçek parametresini gösterirken, a ise konum parametresini ifade etmektedir. $p(x)$ dönüştürülecek fonksiyon iken $\psi_{(b,a)}(p)$ ise ana dalgacık fonksiyonudur. Burada ölçek parametresi ve konum parametresi hakkında biraz daha detaylı bilgi vermek gerekebilir. Ölçek parametresi, detay ya da geneli görmeye yarayan bir unsurdur. Örneğin, haritada ölçek arttığında detaylı olmayan görüntüler elde edilirken, ölçek küçüldüğünde detaylı görüntü alınabilmektedir. Dalgacık analizinde ölçek ile frekans arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. $a = \frac{1}{p}$ şeklinde tanımlanan bu ilişkiye göre düşük ölçek yüksek frekansa, sıkıştırılmış dalgacığa ve genel görünüme neden olmaktadır. Konum parametresi ise, dalgacığın yatay eksene paralel hareket ettirilip konumunun değiştirilmesi şeklinde nitelendirilebilir (Gürsakar, 2009: 54). Denklem (4.25) incelendiğinde, her zaman birimi için sinyalin frekans bileşeni farklı olmaktadır. a zaman diliminin konumuna göre değerlendirilir ve bu aralık tüm sinyal boyunca kaydırılarak frekans spektrumlarının zamanla ilişkili bilgileri edinilmiş olur (Arı vd. 2008: 26).

Dalgacık, basit bir şekilde tanımlanmak istenirse, kabul edilebilirlik durumu olarak nitelendirilen temel bir kuralın şartlarına uyan, t zamanının bir fonksiyonudur. Temel kural incelendiğinde (Gençay vd. 2002: 101-102);

$$C_\psi = \int_0^\infty \frac{|\psi(p)|}{p} dp < \infty \quad (4.26)$$

Denklem (4.26)'da $\psi(p)$, p frekansının $\psi(t)$ fonksiyonunun Fourier dönüşümüdür. Denklem (4.19) ve (4.20)'nin geçerli olduğu durumda, $C_\psi < \infty$ koşulu kesin olacaktır. Bu koşulu sağlayan dalgacık fonksiyonunun sıfır içermemesi gerekmektedir. Eğer sıfır içeriyor ise, sıfırdan sonraki tüm hareketler iptal edilmelidir. Sürekli dalgacık fonksiyonuna verilebilecek en net örnek Morlet

dalgacığı olmaktadır. Morlet dalgacığı denklem ile gösterilecek olursa (Gençay vd. 2002: 102):

$$\psi^M(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-j\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (4.27)$$

Burada, $j = \sqrt{-1}$ 'dir ve hayali numarayı temsil eder. ω_0 ise dalgacığın merkez frekansıdır. Her ne kadar kesikli dalgacık dönüşümü sürekli dalgacık dönüşümüne bakılmadan da türetilabiliyorsa da, bazı dalgacık katsayılarının örneklendirilmesi şeklinde sürekli dalgacık dönüşümünün bir parçası sayılabilmektedir. Örneğin (Gençay vd. 2002: 105):

$$x = 2^{-j} \quad \text{ve} \quad b = k2^{-j} \quad (4.28)$$

Burada j ve k , ayrık dönüşüm ve ayrık genişletmeyi temsil eden tamsayılardır. Kritik örnek, kesikli dalgacık dönüşümünün zaman ve frekanstaki çözünürlüğünü tanımlamaktadır. Kritik örnek terimi, orijinal fonksiyondaki tüm bilgilerin dalgacık katsayıları aracılığı ile korumayı amaçlar ve bunun için sürekli dalgacık dönüşümünde örneklenen minimum katsayıyı bulmaya çalışır (Gençay vd. 2002: 105).

Fourier dönüşümünde olduğu gibi sürekli dalgacık dönüşümünde de işlem tersine çevrilerek frekanslardan orijinal seriye dönebilmek mümkündür. Denklem üzerinde anlatılacak olursa (Goswami ve Chan, 2011: 73);

$$p(x) = \frac{1}{c_\psi} \int_{-\infty}^{\infty} db \int_0^{\infty} \frac{1}{a^2} [W_\psi p(b, a)] \psi_{b,a}(t) da \quad (4.29)$$

Ölçek parametresi ($b > 0$ olmak üzere) ve konum parametresi (a) üzerinden iki boyutlu bir entegrasyon yapılarak integral dönüşümü ile orijinal fonksiyon bulunur. Tabi ki burada dikkat edilmesi gereken husus, fonksiyonun denklem (4.26)'daki kabul edilebilirlik şartlarını sağlıyor olması gerekmektedir (Goswami ve Chan, 2011: 73).

4.3.2. Kesikli Dalgacık Dönüşümü

Sürekli dalgacık dönüşümü, sonsuz verilerin hesaplanmasında avantaj sağlayabilmektedir. Sonsuz verilerde katsayılar sürekli tahmin edilir. Ancak, sinyal sürekli değilse yapılan bu katsayı hesaplamaları anlamsız olmaktadır. Bu gereksiz

işlem maliyetinden kurtulmanın yöntemi olarak kesikli dalgacık dönüşümü geliştirilmiştir (Çifter, 2010: 55). Özellikle, ekonomik ve finansal veriler belirli bir başlangıca ve sona sahiptir. Bu nedenle, ekonomik ve finansal seriler işlenir iken kesikli dalgacık dönüşümü kullanmak daha makuldür.

Bu kısımda, belirli bir aralıkta tanımlı gözlem vektörünün kesikli dalgacık dönüşümü ile ilgili bazı kavramlar ve yöntem izah edilecektir. Dalgacık katsayılarının bulunma nedeni, dalgacık fonksiyonunun dönüştürülmüş ve geliştirilmiş çeşitleri ile bir zaman dizisinin bölümleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Kesikli dalgacık dönüşümü, basit bit matris notasyonu ile ele alınacak olsun. x , serilerin çift boyutlu bir vektörüdür ($N=2^j$). N uzunluğundaki dalgacık katsayı vektörü (w) şu şekilde elde edilir (Gençay vd. 2002: 119):

$$w = Wx \quad (4.30)$$

Denklem (4.30)'da W , kesikli dalgacık dönüşümünde tanımlı $N \times N$ boyutunda ortonormal bir matristir. W 'nin uzunluğu $N=2^j$ ile bulunmaktadır (Percival ve Walden, 2000: 57). Dalgacık katsayıları $J+1$ şeklinde bir vektörle düzenlenirse (Gençay vd. 2002: 119-120):

$$w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_j, v_j]^T \quad (4.31)$$

Yukarıdaki denklemde w_j vektörün ölçek uzunluğundaki değişimlerle $\lambda_j = 2^{j-1}$ ilişkili ve uzunluğu $N/2^j$ olan dalgacık katsayıları vektörüdür. v_j , $N/2^j$ uzunluğundaki ölçek katsayı vektörüdür. Denklem (4.30)'un açıklanmayan bir diğer değişkeni olan W matrisi ise, dalgacık ve ölçek filtrelerinin katsayılarının sütun şeklinde oluşturulmasıyla elde edilir (Gençay vd. 2002: 120).

$$m_1 = [m_{1,N-1}, m_{1,N-2}, \dots, m_{1,1}, m_{1,0}]^T \quad (4.32)$$

Denklemdaki birim ölçekli dalgacık filtre katsayıları vektörü, ters sıralı sıfırla genişletilmiştir. $m_{1,0}, \dots, m_{1,L-1}$ katsayıları, L uzunluğundaki ortogonal dalgacık kümesinden alınmıştır. $L < t < N$ arasındaki tüm değerler sıfır olarak kabul edilmektedir.

Burada dikkate alınması gereken durumlardan birisi de sürekli dalgacık dönüşümünde olduğu gibi, kesikli dalgacık dönüşümünde de sıfıra ve birim enerjiye

entegrasyon gibi özelliklerin var olduğudur. $m_l = (m_0, \dots, m_{L-1})$ uzunluğunda, sıfıra entegre olacak biçimde bir kesikli dalgacık filtresi olsun (Gençay vd. 2002: 106);

$$1) \sum_{l=0}^{L-1} m_l = 0 \quad (4.33)$$

$$2) \sum_{l=0}^{L-1} m_l^2 = 1 \quad (4.34)$$

Bu durumlara ek olarak, dalgacık ya da yüksek geçiş filtresi m_l 'de eşit kaymalar ortogonaldır. Denklem ile gösterilecek olursa;

$$3) \sum_{l=0}^{L-1} m_l m_{l+2n} = 0, \text{ sıfır olmayan tüm tamsayılar için } n. \quad (4.35)$$

m_l çift faktör tarafından dairesel olarak kaydırılırsa;

$$m_1^{(2)} = [m_{1,1}, m_{1,0}, m_{1,N-1}, m_{1,N-2} \dots \dots m_{1,3}, m_{1,2}]^T \quad (4.36)$$

$$m_1^{(4)} = [m_{1,3}, \dots, m_{1,0}, m_{1,N-1}, m_{1,N-2} \dots \dots m_{1,5}, m_{1,4}]^T \quad (4.37)$$

Bu denklem istenildiği kadar genişletilerek devam ettirilebilir. Bu vektörlerin toplanmasıyla birlikte $N/2 \times N$ uzunluğunda W_1 matrisi elde edilir (Gençay vd. 2002: 120).

$$W_1 = \left[m_1^{(2)}, m_1^{(4)}, \dots, m_1^{(\frac{N}{2}-1)}, m_1 \right]^T \quad (4.38)$$

Yukarıdaki açıklamalardan hareketle, elde edilen katsayılarla oluşturulan vektörler ile W_j matrisleri elde edilmiştir. Bunlar bir araya getirilerek W matrisi oluşturulur. Bu matristeki V_j , elemanları $\frac{1}{\sqrt{N}}$ 'e eşit bir sütun vektörüdür.

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \dots \\ W_j \\ V_j \end{bmatrix} \quad (4.39)$$

Denklem 4.39'daki ortonormal W matrisini tamamlayabilmek için $1, \dots, j$ aralığındaki ölçekler için dalgacık filtre katsayılarının hesaplanmış olması gerekmektedir. Birim ölçeği ile ilişkili olan m_l dalgacık filtresinin (4.33), (4.34),

(4.35) denklemlerindeki koşulları sağladığı kabul edildiği takdirde, ölçek $\lambda_j = 2^{j-1}$ için belirlenmiş dalgacık filtresi $h_{j,l}$ şu şekilde tanımlanabilir (Gençay vd. 2002: 122):

$$M_{j,k} = M_{1,2^{j-1}k \bmod N} \prod_{l=0}^{j-2} G_{1,2^l k \bmod N}, \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (4.40)$$

Denklem (4.40)'ta, mod operatörü sonu olan bir gözlem vektörünün varlığı için gereklidir. Bu durum esasında x 'in periyodik olduğunu ima etmektedir. Ölçekle ilişkili olan dalgacık filtresinin uzunluğu;

$$L_j = (2^j - 1)(L - 1) + 1 \quad (4.41)$$

Denklem (4.41)'in ardından, λ_j ölçeği için tanımlanmış olan g_j ölçek filtresi yazılacak olursa (Gençay vd. 2002: 122):

$$G_{j,k} = \prod_{l=0}^{j-1} G_{1,2^l k \bmod N}, \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (4.42)$$

Denklem (4.25)'de, sürekli dalgacık dönüşümünü ifade edilmişti. Denklemde ölçek $a=1/2^s$ ve kaydırma parametresi $b=k/2^s$ şeklinde tam sayılar kümesinde tanımlanmıştı. $p(t)$ denkleminin sürekli dalgacık dönüşümü zaman-frekans alanında $1/2^s$ ve $k/2^s$ şeklinde sayılardır. Bu sayılar $p(t)$ ve $\psi(t)$ arasındaki korelasyonu göstermektedir. Şimdi aynı denklem üzerinden kesikli dalgacık dönüşümü ifade edilecek olursa (Burrus vd. 1998: 17):

$$g(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c(b)p(t) + \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} d(b,a)\psi(t) \quad (4.43)$$

Denklem (4.43)'ün ilk toplamı, düşük çözünürlüklü yaklaşım dalgacığını verirken, ikinci toplam kısmı artan her j için daha detaylı dalgacıkları göstermektedir. Bu durum, daha yüksek frekans terimlerinin sinyallerinin ayrıntısını içeren bir Fourier serisine benzemektedir. Daha önceki kısımlarda da yapıldığı gibi, içsel çarpım gerçekleştirerek katsayılar tahmin edilebilmektedir (Burrus vd. 1998: 17):

$$c(b) = \langle g(t), p(t) \rangle = \int g(t)p(t)dt \quad (4.44)$$

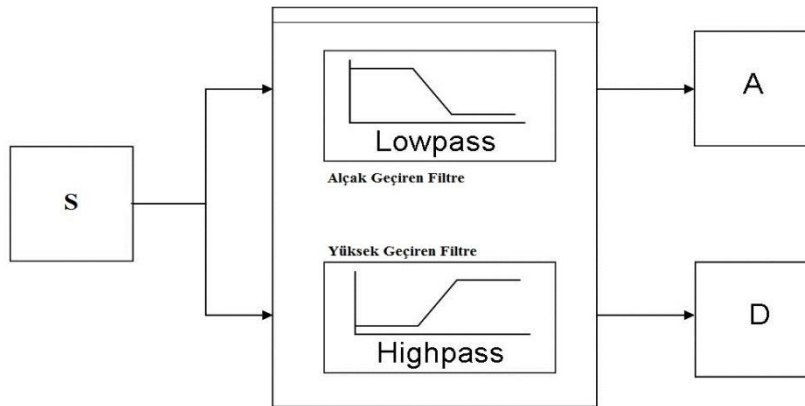
$$d(b) = \langle g(t), \psi(t) \rangle = \int g(t)\psi(t)dt \quad (4.45)$$

Yeterince yüksek çözünürlükte olan sinyal örnekleri ve ölçeklendirme katsayıları birbirlerine yakın çıkmaktadır. Dalgacık genişleme katsayıları, a ve b arttıkça azalmaktadırlar.

Kesikli dalgacık dönüşümünde dalgacıklar aradaki uzaklığa bağlı olarak bazı sayısal değerler kullanılarak kaydırılır ya da genişletilir. Genlik değişimi yapılırken genellikle 2 faktörü kullanılmaktadır. Bunun denklemsel ifadesi (Arı vd. 2008: 47)

$$\psi(2^b t + a) \quad (4.46)$$

Kesikli dalgacık dönüşümü uygulanırken, iki kanal alt band geçiren bir filtre kullanılmaktadır. Sinyaller alçak frekans bileşenlerine ya da yüksek frekans bileşenlerine ayrılmaktadır. Alçak frekans bileşenlerine yaklaşım (approximation), yüksek frekans bileşenlerine de detay (detail) denilmektedir. Yaklaşım bileşeninde yüksek ölçekleme, düşük frekans kullanılırken, detay bileşeninde küçük ölçekleme, yüksek frekans kullanılmaktadır. S şeklindeki bir sinyal, birinci dereceden filtrelenmek istenirse;



Şekil 4.4: Sinyalin bileşenlerine ayrılması.

Kaynak: (Arı, Özen ve Çolak 2008, 48)

Şekil 4'deki A ve D değerleri biliniyorsa, bu bileşenlerden hareketle S sinyali (orijinal sinyal) tekrar elde edilebilir. Şekildeki algoritma tekrar tekrar gerçekleştirilerek aşağıdaki diyagram elde edilebilir. Bu tekrar işlemi dijital değer tek bir değere ulaşınca kadar sürdürülerek optimum çözüme ulaşılmaya çalışılır (Arı vd. 2008: 49)

$$S=A1+D1$$

$$S=A2+D2+D1$$

$$S= A3+D3+D2+D1$$

Bu bilgilerden de anlaşılacağı üzere, sinyaller alçak geçiren ve yüksek geçiren filtrelerden sonra tekrar tekrar filtrelenebilir. Elde edilen alt bantlar daha sonra ters işlem uygulanarak yeniden orijinal serinin elde edilmesine olanak sağlayabilmektedir.

4.3.3. Azami Çakışık Kesikli Dalgacık Dönüşümü (MODWT)

Kesikli dalgacık dönüşümünün diğer bir versiyonu da azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümüdür (bundan sonra MODWT olarak kullanılacaktır). MODWT adı, Haar dalgacık filtresine dayalı MODWT'nin kullanıldığı Allan varyansı ile ilgili çalışmalardan gelmektedir. Dalgacık çerçeveleri, değişmez dalgacık vb. farklı isimlerle tanımlanan bu yöntemler temelde aynı işlevi görmektedir. İsminin söyleniş kolaylığı ve vuruculuğu nedeniyle MODWT en çok tercih edileni olmuştur. Ortonormal kısmi kesikli dalgacık dönüşümünün aksine, X serisi için j_0 seviyesinin MODWT'si, her birisi N boyutunda $W_1, W_2, \dots, W_j$ ve V_j şeklinde seriler üreten bir dönüşümdür (Percival ve Walden, 2000: 159).

MODWT, filtrelenmiş çıktının alt örnekleme ayrılmasıyla hesaplanabilir. Buna ek olarak kesikli dalgacık dönüşümünde var olan ortogonallik özelliği MODWT'de bulunmamaktadır. Bu nedenle, dalgacık ve ölçeklendirme katsayıları da yeniden ölçeklendirilerek kesikli dalgacık dönüşümünün varyans koruma özelliği değiştirilmemiş olur. Aşağıdaki özellikler, kesikli dalgacık dönüşümü ile MODWT'nin ayrılan taraflarını göstermektedir (Gençay vd. 2002: 135);

- MODWT, N boyutunda herhangi bir örnekleme işleyebilirken, j_p dereceden kısmi kesikli dalgacık dönüşümü, 2^{j_p} 'nin katı büyüklüğünde bir örnekleme müsaade etmektedir.
- MODWT, çoklu çözünürlük analizinin detay ve düzeltme katsayıları sıfır fazlı filtrelerle ilişkilendirilir. Bunun anlamı, orijinal zaman serilerindeki ortalama olaylar, çok çözünürlüklü analizlerdeki özellikler ile paraleldir.

- MODWT’de, orijinal zaman serileri dairesel olarak kaydırılarak değiştirilemez. Dolayısı ile seriyi tam sayı birimi ile kaydırmak, MODWT dalgacık ve ölçeklendirme katsayılarını aynı miktarda kaydırır. Kesikli dalgacık dönüşümünde ise böyle bir durum söz konusu değildir.
- Herhangi bir zaman serisinin varyans analizi yapılırken, MODWT dalgacık varyansı tahmincisi, kesikli dalgacık dönüşümü tahmincisinden asimptotik olarak daha etkindir.

MODWT, yeniden ölçeklendirilmiş filtreleri kullanmaktadır. Kesikli dalgacık dönüşümünün devamı niteliğindeki bu konuda da benzer denklemler üzerinden hareket etmek, konunun bütünlüğü açısından daha sağlıklı olacaktır. Modelde, MODWT dalgacık filtresi $(\widetilde{h}_j)$ ve ölçek filtresi de $(\widetilde{g}_j)$ ’dir ve $l=1, \dots, L$ filtrenin uzunluğu ve j ise ayrıştırma seviyesidir. Burada, $(\widetilde{h}_j) = h_j/2^j$ ve $(\widetilde{g}_j) = h_j/2^j$ şeklinde tanımlanmaktadır. Yine kesikli dalgacık dönüşümünde olduğu gibi, MODWT’de de filtreler için bazı koşulların oluşması gerekmektedir. Dalgacık filtresi için gereken koşullar (Percival ve Walden, 2000: 163);

$$\begin{aligned}
 1) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{h}_j &= 0 \\
 2) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{h}_j^2 &= \frac{1}{2} \\
 3) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{h}_j \widetilde{h}_{j+2n} &= 0
 \end{aligned} \tag{4.47}$$

Ölçek filtresi için gereken koşullar da yine dalgacık filtresi için gereken koşulların aynısıdır.

$$\begin{aligned}
 1) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{g}_j &= 0 \\
 2) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{g}_j^2 &= \frac{1}{2} \\
 3) \sum_{j=0}^{j-1} \widetilde{g}_j \widetilde{g}_{j+2n} &= 0
 \end{aligned} \tag{4.48}$$

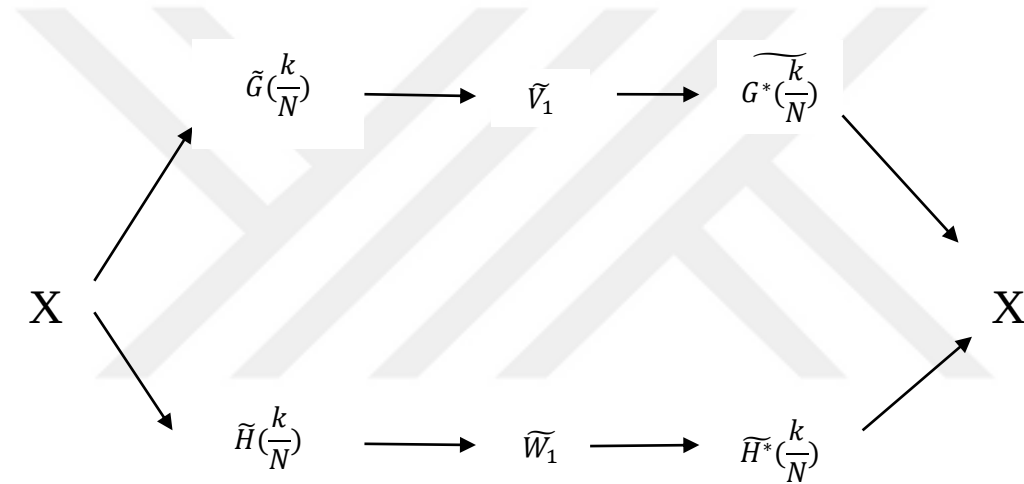
MODWT’de de, kesikli dalgacık dönüşümünde olduğu gibi dalgacık katsayılarından ve ölçek katsayılarından oluşan bir $\widetilde{W}$ vektörler matrisi oluşturulmaktadır. Denklem (4.31) ve (4.32)’ye denk bir şekilde $\widetilde{w}$ ve $\widetilde{m}$ matrisi

oluşturulur. Bu katsayılar da aşağıdaki denklemlerde gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Boubaker ve Raza, 2017: 108):

$$\widetilde{w}_{j,t} = \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{h}_{j,l} X_{t-1} \mod T, \quad t = 0, \dots, T-1 \quad (4.49)$$

$$\widetilde{m}_{j,t} = \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{g}_{j,l} X_{t-1} \mod T, \quad t = 0, \dots, T-1 \quad (4.50)$$

Bu denklemlerde, $L_j = (2^j - 1)(l - 1) + 1$ olmaktadır. Yukarıdaki ifadelerde, her ölçeğe ait MODWT dalgacık katsayıları, orijinal X verisiyle aynı uzunluğa sahip olacaktır. Eğer istenirse MODWT üzerinden orijinal X serisi elde edilebilmektedir (Zhu vd. 2014: 1860).



Şekil 4.5: MODWT dönüşümü ve MODWT'nin ters dönüşümü.

Kaynak: (Percival ve Walden 2000, 169)

Şekil 4.5'de, X verisinin dalgacık filtresi ve ölçek filtresi aracılığı ile $\tilde{V}_1$ ve $\tilde{W}_1$ vektörlerinin katsayılarının elde edilişi gösterilmektedir. Daha sonra, bulunan katsayılarla, daha önceden anlatılan şekilde ters işlem uygulandığında tekrar orijinal X verisine ulaşmak mümkün olmaktadır.

4.3.4. Dalgacık Ailesi

Çalışmanın bu kısmında, literatürde en sık kullanılan bazı dalgacık türlerine yer verilecektir. Dalgacık türleri arasındaki farklılıklar, ölçeğinin, matematiksel eşitliğinin, sürekli olup olmamasının incelendiği formlarda ortaya çıkmaktadır. Eğer tüm dalgacık ailesi detaylarıyla ele alınacak olursa, onlarca modelin açıklanması gerekir. Tezde kullanılacak olan model ortogonal matris formunda olduğu için, bu

kısımda ortogonal ve kompakt desteğe sahip Haar, Daubechies, Symlets ve Coiflets dalgacıklarından kısaca bahsedilecektir.

4.3.4.1. Haar Dalgacı

Haar dalgacı, 1900'lü yılların başına Alfred Haar'ın tezinde kullanıldığı için bu isimle anılmıştır. İlk dalgacık türü olarak ta nitelendirilebilmektedir. Haar dalgacı şu şekilde tanımlanmıştır (Tang, 2009: 156):

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t < \frac{1}{2}; \\ -1 & \frac{1}{2} \leq t < 1; \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (4.51)$$

Haar dalgacı, uzunluğu $L=2$ olan, kısaca ölçeklendirme filtresi (düşük geçişli ve yüksek geçişli) katsayılarıyla tanımlanabilen bir filtredir. Düşük geçişli filtrenin katsayısı (Gençay vd. 2002: 110):

$$g_0 = g_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (4.52)$$

Yüksek geçişli filtre katsayıları ise;

$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ ve } h_1 = -\frac{1}{\sqrt{2}} \quad (4.53)$$

Haar dalgacık dönüşümü için, 4 değişkenli basit bir örnek ele alınmış olsun. Örnek için oluşturulan fonksiyon;

$$f(p) = (1,5,3,7) \quad (4.55)$$

şeklindedir. Bu veri seti, yaklaşım ve detay bileşenlerine ayrılacaktır. Bu işlem için her iki değişken bir olarak incelenir. Yani, 1 ve 5, 3 ve 7 birlikte ele alınırlar. Yaklaşım bileşeni için ortalama değer şu şekilde hesaplanır (Arı vd. 2008: 52);

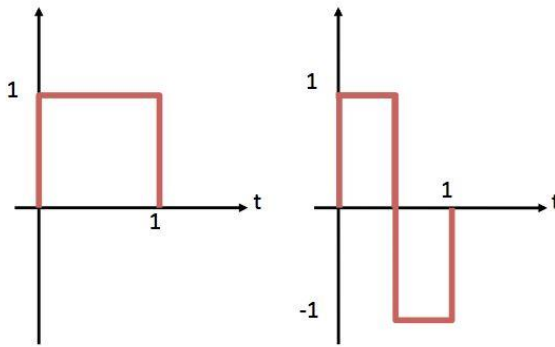
$$a_x = \frac{f_{2x-1} + f_x}{2} \sqrt{2}, \rightarrow x = 1,2,3 \dots N/2 \quad (4.56)$$

Detay bileşeni için fark değeri ise şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$d_x = \frac{f_{2x-1} - f_x}{2} \sqrt{2}, \rightarrow x = 1, 2, 3 \dots N/2 \quad (4.57)$$

Yukarıda bahsedilen işlemler, tek bir değer bulunana kadar devam ettirilir. Varsayalım ki, 4. dalgacıkta tek değer bulundu. Bunun anlamı, f 'den $a_1 \rightarrow a_2$ ve d_2 , oradan $a_2 \rightarrow a_3$ ve d_3 , $a_3 \rightarrow a_4$ ve d_4 şeklinde bir süreç işletilmiştir. Bu işlem, ters şekilde işletilerek orijinal seri yeniden elde edilebilmektedir.

Aşağıdaki şekilde, Haar dalgacığının dalgacık ve ölçekleme fonksiyonları gösterilmektedir. Şeklin sol tarafındaki grafik Haar dalgacığını gösterirken, sağ taraftaki grafik ölçekleme fonksiyonunu göstermektedir. Haar dalgacığında ölçekleme fonksiyonu birim ölçeğe sahiptir.



Şekil 4.6: Haar dalgacığında dalgacık ve ölçekleme fonksiyonları.

Kaynak: (Salem, 2014)

Haar dalgacığı, basit olması, etkili bir hafıza yapısının bulunması, tersine çevrilebilir olması ve kompakt desteğe sahip olması gibi belli başlı özellikleriyle bazı avantajlar sağlamaktadır. Bunun yanında, Haar dalgacığının türevinin sürekli olmayışı bu filtrenin ekonomik ve finansal veriler üzerinde kullanımını kısıtlamaktadır (Gürsaka, 2009: 68).

4.3.4.2. Daubechies Dalgacığı

Daubechies dalgacık filtresi, Haar dalgacık filtresine benzer bir özellik sergilemektedir. Bu filtre, Haar dalgacıklarının frekans alanının özelliklerini geliştiren ve bitişik ortalamaların ve genelleştirilmiş farkları baz alarak evirilen bir

yöntemdir. Daubechies, bu dalgacıkları maksimum tükenme (vanishing) momenti⁷ sayısıyla kompakt destekli bir fonksiyonun kriterlerinden türetmiştir. Daubechies dalgacık filtrelerinin tanımlamanın en basit yolu, düşük geçişli ölçeklendirme filtresinin kareli kazanç fonksiyonudur (Gençay vd. 2002: 112).

$$\Omega(f) = 2\cos^L(\pi f) \sum_{l=0}^{\frac{L}{2}-1} \binom{\frac{L}{2}-1+l}{l} \sin^{2l}(\pi f) \quad (4.58)$$

Burada, L pozitif çift bir tamsayıdır ve filtrenin uzunluğunu temsil etmektedir;

$$\binom{b}{s} = \frac{b!}{s!(b-s)!} = \frac{\Gamma(b+1)}{\Gamma(s+1)\Gamma(b-s+1)} \quad (4.59)$$

Eğer, L=2 şeklinde kabul edilir ve Ω fonksiyonunda ters Daubechies dalgacık dönüşümü uygulanırsa, elde edilecek ölçeklendirme filtresinin katsayıları Haar dalgacığının katsayıları ile aynı olacaktır. Bu sonuçtan yola çıkarak, aslında Haar dalgacığı, uzunluğu iki olan Daubechies dalgacığı olmaktadır denilebilir (Gençay vd. 2002: 112).

Uzunluğu farklı olan birçok Daubechies dalgacık dönüşümü türetilmiştir. Burada örnek olarak derecesi 2 olan bir Daubechies dalgacık dönüşümünün basit bir örneği verilecek olursa (Arı vd. 2008: 73);

$$V_1^1 = (\alpha_1, \alpha_2, 0, 0, 0, \dots) \quad (4.60)$$

$$V_2^1 = (0, 0, \alpha_1, \alpha_2, 0, \dots) \quad (4.61)$$

$$V_3^1 = (0, 0, 0, 0, \alpha_1, \alpha_2, 0, 0, \dots) \quad (4.62)$$

$$V_{N/2}^1 = (\alpha_2, 0, 0, 0, \dots, \alpha_1) \quad (4.63)$$

Denklemdaki α katsayıları ise şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$\alpha_1 = \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \quad \alpha_2 = \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \quad (4.64)$$

⁷ P tükenme momenti olmak üzere $\varrho(t)$ fonksiyonunun $\int t^P \varrho(t) dt = 0$, burada $P = 0, 1, 2, \dots, P-1$ koşulunu sağlaması gerekmektedir.

Yukarıdaki denklemlerden hareketle, genel eşitlik şu şekilde olur;

$$V_m^1 = (\alpha_1 V_{2m-1}^0 + \alpha_2 V_{2m}^0) \quad (4.65)$$

Db2 sinyalleri için oluşturulacak genel eşitlik ise;

$$V_m^2 = (\alpha_1 V_{2m-1}^1 + \alpha_2 V_{2m}^1) \quad (4.66)$$

$$W_1^1 = (\beta_1, \beta_2, 0, 0, 0, \dots) \quad (4.67)$$

$$W_2^1 = (0, 0, \beta_1, \beta_2, 0, \dots) \quad (4.68)$$

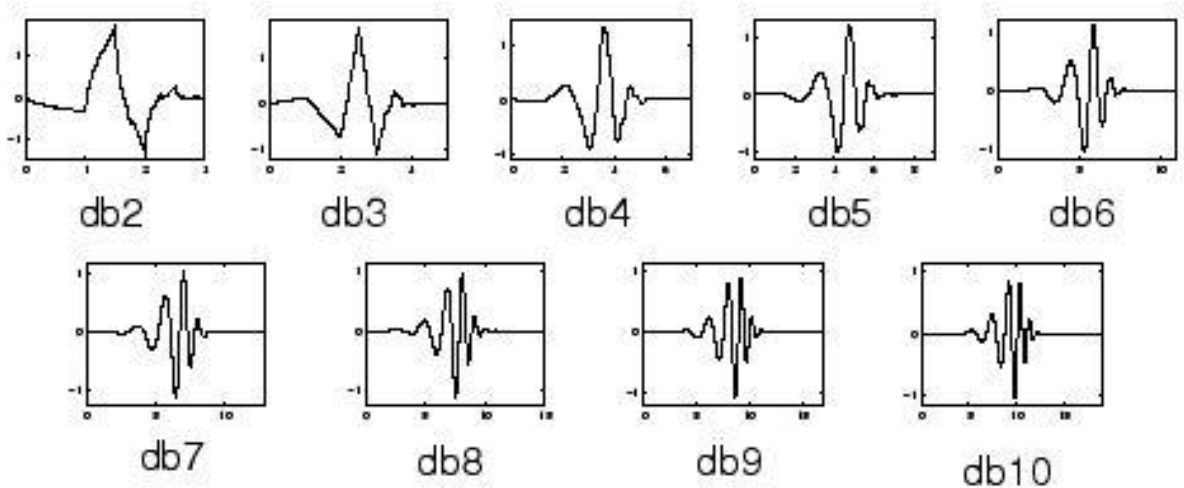
$$W_3^1 = (0, 0, 0, 0, \beta_1, \beta_2, 0, 0, \dots) \quad (4.69)$$

$$W_{N/2}^1 = (\beta_2, 0, 0, 0, \dots, \beta_1) \quad (4.70)$$

Db2 sinyalleri için genel eşitlik ise;

$$W_m^1 = (\beta_1 V_{2m-1}^0 + \beta_2 V_{2m}^0) \quad (4.71)$$

Ölçek için yapılan işlemlerin tamamı, sinyaller için de uygulanabilir. Diğer dalgacık türlerinde olduğu gibi, Daubechies dalgacığında da işlemin tersi uygulanarak orijinal serilere ulaşmak mümkündür.



Şekil 4.7: Daubechies dalgacığı.

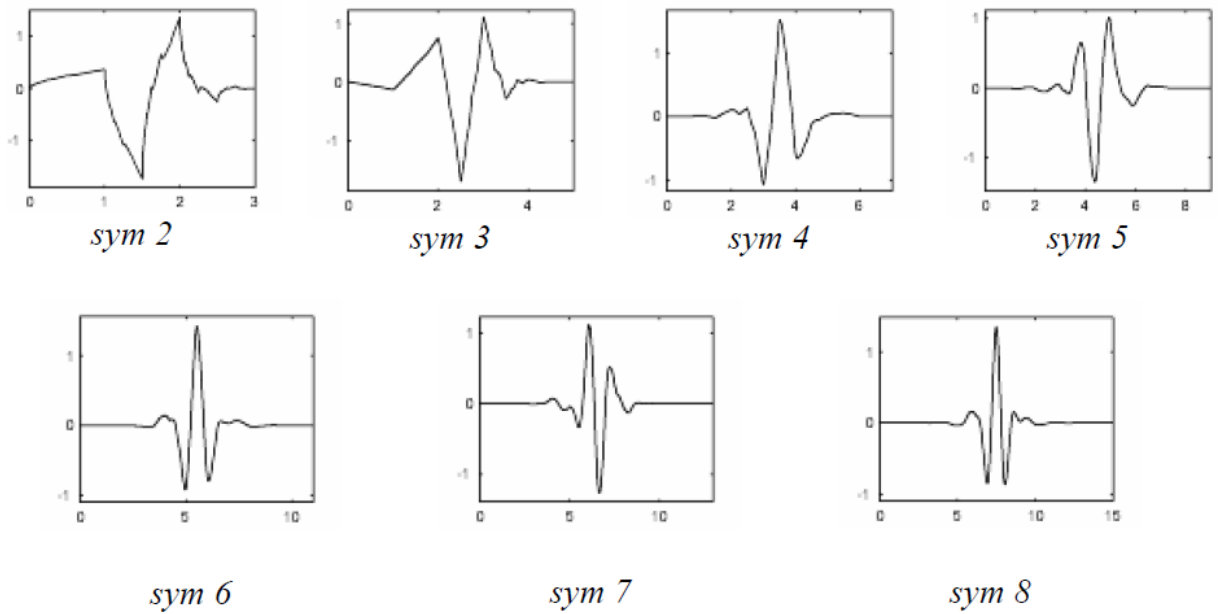
Kaynak: mathworks.com

Şekil 4.7’de her bir dalgacık için tükenme momenti sayısı belirtilerek Daubechies dalgacığının nasıl bir seyir izlediği gösterilmektedir. En baştaki db2 dalgacığı 2 tükenme momentini temsil ederken db10 ise 10 tükenme momentini ifade etmektedir.

4.3.4.3. Symlet Dalgacığı

Symlet dalgacığı, Daubechies dalgacığının simetrik yapısında bazı değişiklikler yapılmış halidir. Simetri haricindeki diğer birçok özellikleri benzer bir yapıya sahiptir. Buna benzer bir başka durum da, Symlet1 dalgacığı Haar dalgacığının basit bir örneğidir (Misti vd. 2007: 96).

Daubechies dalgacıklarının kesikli filtre fonksiyonu ve ölçek fonksiyonu incelendiğinde, bu fonksiyonun simetrik olmaktan uzak olduğu gözlemlenmektedir. Çünkü, Daubechies dalgacığı minimum faz karesini seçmektedir. Symlet dalgacığı ise, simetriye daha yakın ancak doğrusal kompleks faz kümesini kullanmaktadır (Rajput ve Tomar, 2015: 110).



Şekil 4.8: Symlet dalgacıkları.
Kaynak: (Misti vd. 2007)

Yukarıdaki şekilde, sym4 ve sym8 için dalgacık, ölçek fonksiyonu ve dört ilişkili filtre gösterilmektedir. Dalgacığın derecesi yükseldikçe, dalgaanın genişliği daralmaktadır.

4.3.4.4. Coiflet Dalgacığı

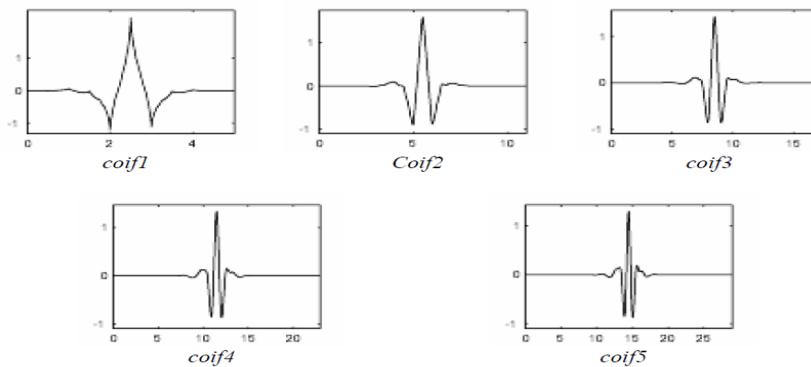
Coiflet dalgacığı, ilk önce Ronald Coifman'ın düşüncesiyle ortaya çıkmış, Daubechies tarafından geliştirilmiştir. Coifman'ın fikir babası olmasından hareketle bu dalgacık Coiflet dalgacığı olarak adlandırılmıştır (Misti vd. 2007: 97).

Coiflet dalgacığı, kendi tükenme (vanishing) momentini seçmesinin dışında Daubechies dalgacığına oldukça benzemektedir. Bu dalgacık türünde, ölçek fonksiyonunun aşağıdaki koşulları sağlaması beklenmektedir (Daubechies, 1999: 258):

$$\int dx x^l \psi(x) = 0, \quad l = 0, 1, \dots, L-1 \quad (4.72)$$

$$\int dx \phi(x) = 1, \int dx x^l \phi(x) = 0, \quad l = 0, 1, \dots, L-1 \quad (4.73)$$

Denklem'de L, Coifletin sırasını temsil etmektedir. Daha önceki dalgacıklarda ψ_{coifN} 2N sıfır momente sahipken, ölçek fonksiyonu ϕ , integrali bire eşit olan 2N-1 sıfır momente sahiptir. Dalgacık ve ölçek fonksiyonu 6N-1 uzunluğunda bir desteğe sahiptir. Sırası bir'den beşe kadar olan Coiflet dalgacıkları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Misti vd. 2007: 97);



Şekil 4.9: Coiflet dalgacıkları.

Kaynak: (Misti vd. 2007)

4.3.5. Dalgacık Teorisinin Ekonomi ve Finans Alanında Kullanımı

Matematik, istatistik ve ekonometri alanlarında meydana gelen yenilikler, yapılmak istenen analizlerin sonuçlarının daha iyi ve tutarlı olmasını sağlamaktadır. Bu tip gelişmelerden birisi olan dalgacık teorisi, ekonomi ve finans alanında 1980'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlamıştır. Özellikle, yüksek gözlem sayısına sahip olan veriler, dalgacık teorisi kullanılarak en ufak frekanstan en uzun frekansa kadar tüm karakteristiğini kaybetmeden incelenebilmektedir. Çalışmanın bu kısmında, dalgacık teorisini finans ve ekonomi alanında kullanan çalışmalardan kısaca bahsedilmektedir.

Ramsey ve Lampart (1998), para arzı ve gelir arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, serilerin mevsimsellik ve beyaz gürültü içeren halinin, dalgacıklar aracılığıyla daha yumuşak hale getirilerek incelenmesinin gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Çalışmada, seriler altı alt dalgacığa ayrılmış ve her bir frekans için değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, frekans ölçeği yükseldikçe para arzından gelire doğru nedensellik tespit edilirken, düşük frekans ölçeklerinde ise nedenselliğin yönü gelirden para arzına dönmüştür

Ramsey (1999), Dalgacık teorisi yardımıyla ekonomik ve finansal veriler üzerine yapılan çalışmaları ve dalgacık teorisinin kullanılabileceği alanları ele almıştır. Çalışma sonucunda, dalgacıkların ekonomik ve finansal verilerin istatistiki analizinde uygulanabilir bir forma ulaştığını, yapılabilecek çalışmalarla kullanılabilir alanın daha da genişleyebileceği neticesine ulaşmıştır.

Gallegati (2008), 1961-2006 yılları arasında ABD'de Dow Jones hisse senedi fiyat endeksi ile endüstri üretim endeksi verileri için azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümü uygulamıştır. Uygulamada kullanılan filtre ise Deabuchies'tir. Çalışmada, dalgacıkların varyansı ve çapraz korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, borsa getirilerinin ekonomik faaliyetlere önderlik ettiği, ancak 16 aylık ve daha uzun periyotları karşılayan düşük frekanslarda bu durumun geçerli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Huang (2011), NASDAQ ve TWSE arasındaki ilişkiyi çok değişkenli BEKK-GARCH modeliyle incelemiştir. Kesikli dalgacık dönüşümünün kullanıldığı

çalışma sonuçlarına göre, NASDAQ getiri serisinin TWSE'nin hareketlerini etkilediğini, ancak her bir frekansta eşit bir etki gözlenemediği tespit edilmiştir. Getirilerin ve yayılmanın yönünün de frekanslar arasında farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Jammazi ve Aloui (2015), Körfez İşbirliği Konseyi üyesi ülkeler için MODWT yöntemini kullanmışlardır. Üç alt dalgacığın kullanıldığı çalışmada dalgacık pencereli çapraz korelasyon incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, enerji tüketiminden karbonmonoksit salınımına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Berdiev ve Chang (2015), Asya-Pasifik ülkelerinde konjonktür dalgalanmalarının birlikte hareket edip etmediğini dalgacıklar yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışma sonucuna göre, Çin, Japonya ve ABD'nin konjonktür dalgalanmalarının diğer Asya-Pasifik ülkelerindeki konjonktür dalgalanmaları ile senkronize hareket ettiği, konjonktür dalgalanmalarının senkronizasyonunun ise frekanslara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Bouoiyour ve Selmi (2015), Mısır'da döviz kuru oynaklığı ve ihracat performansını dalgacıklar teorisi yardımıyla yedi dalgaya ayrılmış seriler üzerinden GARCH modeli ile incelemişlerdir. Analiz sonuçları, değişkenler arasındaki ilişkinin frekans değişimine, kaldıraç oranına ve switching rejimine bağlı olduğunu söylemektedir. Düşük frekanslı serilerde, döviz kuru oynaklığının ihracat üzerindeki etkisini gösteren katsayı, yüksek frekanslı serilerin katsayılarından daha yüksek çıkmaktadır.

Boubaker ve Raza (2017), BRICS ülkelerinin borsaları ile petrol fiyatları arasındaki oynaklık yayılma ilişkisini MODWT yardımıyla DCC-GARCH modeliyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçları, zaman içerisinde değişen oynaklık olduğunu, petrol fiyatlarının ve borsa endekslerinin kendi geçmiş şoklarından ve oynaklıklarından da etkilendiğini göstermektedir.

Liu vd. (2017), 2003-2014 dönemini kapsayacak şekilde, ham petrol fiyatları, S&P500 endeksi ve MICEX endeksi arasındaki oynaklık yayılma etkisini dalgacık

tabanlı BEKK-GARCH modeliyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, yayılma etkisi frekanslar arasında değişiklik göstermektedir. Petrol ve borsa arasındaki oynaklık yayılma etkisi ABD’de kısa dönemde değişirken, Rusya’da ise tüm zaman ölçeğinde değişim göstermektedir. Bu sonuçlar, petrol ve borsa ilişkisinin ABD’de uzun vadede zayıfladığını, Rusya’da ise ilişkinin tüm zaman ölçeğinde ise yakınlaştığını göstermektedir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜREV PİYASALARIN SPOT PİYASA OYNAKLIĞINA VE İSTİKRARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Türev piyasaların işlem görmeye başlamasıyla birlikte spot piyasaların oynaklığının nasıl değiştiğini inceleyen çalışmalar literatürde geniş yer kaplamaktadır. Türev piyasalardan spot piyasalara doğru oynaklık yayılma etkisini inceleyen çalışmaların sayısı ise çok nadirdir. Bu tezde, Türkiye’de hem spot piyasada hem de türev piyasada işlem gören BİST 30 endeksinin türev piyasadan spot piyasaya doğru oynaklık yayılma etkisinin olup olmadığı frekans bazlı, çok değişkenli GARCH modelleri ile incelenmektedir.

Çalışmanın bu kısmında, bu alanda yapılmış çalışmalar ve ulaşıkları sonuçlar incelenmektedir. Daha sonraki kısımlarda ise, analiz ile ilgili bilgiler ve analiz sonuçlarına yer verilmektedir.

5.1. Literatür Taraması

Türev piyasalar ve spot piyasalar arasındaki oynaklık etkileşimini inceleyen çalışmalar, genellikle türev piyasa işlemlerinin başlamasıyla birlikte spot piyasa oynaklığının nasıl tepki verdiğini incelemektedir. Bu tarz çalışmalar birçok ülke ve finansal piyasa için farklı yöntemler uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması, daha anlaşılır olabilmesi amacıyla dünyadaki farklı piyasalar ve Türkiye’deki piyasalar için ayrı ayrı ele alınmıştır.

5.1.1. Dünya’da Türev Piyasa ile Spot Piyasalar Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Türev piyasalar ile spot piyasalar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların, özellikle 1980’li yıllardan sonra popüler olmaya başladığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmalarda, ortak bir sonuca ulaşıldığını söylemek pek mümkün olamamaktadır. Piyasaların işlem hacmi, derinliği, piyasada yer alan aktörlerin tecrübesi gibi birçok faktör bu iki piyasa arasındaki etkileşimi ciddi manada etkilemektedir. Literatür taraması şeklinde ele alınacak olan bu kısımda, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasaların büyük bir kısmı göz önüne koyulacaktır.

Tezin bu kısmında ele alınan çalışmaların büyük bir bölümünde, türev işlemlerin başlamasından sonra spot piyasanın oynaklığının ne şekilde değiştiği incelenmiştir. Bu inceleme esnasında da, genellikle tek değişkenli ARCH ya da GARCH tipi modeller kullanılmıştır. İlgili çalışmalar, modellerin sayısının fazla olması ve bazı modellerin yakın şeyleri incelemesi nedeniyle, model temelli ayrılmamıştır. Direkt sonuçlara endeksli olarak, türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını artırdığı, azalttığı ya da hiç etkilemediği şeklinde gruplara ayrılacaktır. Literatür taraması ile ilgili çalışmaların daha toplu ve kolay görülebilmesi amacıyla hem tablo hem de metin içerisinde çalışmalar ele alınmıştır.

Çizelge 5.1. Türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını azalttığı sonucuna ulaşan çalışmalar.

Çalışmanın Yazar (ları) ve Yılı	Piyasa	Yöntem
Butterworth (2000)	FTSE MID 250	GJR-GARCH
Hwang ve Satchell (2000)	FTSE 100	SVM
Mckenzie vd. (2001)	ISF	GARCH
Bologna ve Cavallos (2002)	ISE MIB30	GARCH (1,1)
Pilar ve Rafael (2002)	IBEX-35	GJR-GARCH
Gupta (2002)	BSE Sensex ve S&P Nifty Endeksi	Garman-Klass
Thenmozhi (2002)	S&P CNX Nifty	GARCH
Bandivadekar ve Ghosh (2003)	BSE Sensex ve S&P Nifty Endeksi	GARCH
Sakthivel (2007)	S&P CNX Nifty	GARCH(1,1,)
Dawson ve Staikouras (2009)	S&P 500	GARCH(1,1,)
Ray ve Panda (2011)	BSE Sensex	GARCH(1,1,)
Srinivasan vd. (2012)	S&P CNX Nifty, S&p cnx 500	GARCH(1,1,)
Chen vd. (2013)	CSI 300, HSI, HSCCI, HSCEI	PCA
Xie ve Mo (2014)	CSI 300	DID

İlk grup çalışmalar, türev piyasa işlemlerinin spot piyasalardaki oynaklığı azalttığı sonucuna ulaşan çalışmalardır. Butterworth (2000), Ekim 1992 ve Mart 1995 dönemi arasında günlük kapanış verilerini dikkate alarak ve GJR-GARCH modelini kullanarak gerçekleştirdiği çalışmasında, FTSE Mid 250 endeks futures işlemlerinin başlaması ile birlikte bilgi akışının arttığını, bu yolla da FTSE Mid 250 endeksinin oynaklığının düştüğü sonucuna ulaşmıştır.

Hwang ve Satchell (2000), FTSE 100 endeksi için yaptıkları çalışma sonucunda, Avrupa tipi opsiyonların işlem görmeye başlamasıyla birlikte, hem hisse senedi piyasasında hem de diğer türev ürünlerde oynaklığın azaldığını tespit etmişlerdir.

Mckenzie vd. (2001), Avustralya’da işlem gören 10 ISF hisse senedi için 1990-1998 dönemini kapsayan GARCH modeli ile uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda, türev işlemlerin başlaması ile birlikte, 10 hisse senedi endeksinin de oynaklığında azalma olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bologna ve Cavallos (2002), İtalya için GARCH (1,1) modeliyle yaptıkları çalışmada, endeks futures işlemlerinin başlamasıyla birlikte, hisse senedi piyasası oynaklığının hızlı bir biçimde azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Pilar ve Rafael (2002), İspanya’da IBEX-35 endeksi için gerçekleştirdikleri GJR-GARCH modeli sonucunda, türev işlemlerin başlamasıyla birlikte spot piyasanın oynaklığında da azalma olduğunu ifade etmişlerdir.

Gupta (2002), BSE Sensex ve S&P CNX Nifty Endeksi için Haziran 1998 – Haziran 2002 tarihlerini kapsayan günlük verilerle Garman-Klass oynaklık ölçüm modelini kullanmıştır. Sonuç olarak, vadeli işlemlerin başlamasıyla birlikte spot piyasaların oynaklığında azalma tespit etmiştir.

Bandivadekar ve Ghosh (2003) 1997-2003 yıllarını kapsayan çalışmalarında, BSE Sensex ve S&P CNX Nifty endekslerinde, türev işlemlerin başlamasıyla oynaklığın azaldığını söylemektedirler. Bu çalışmada kullanılan yöntem de yine GARCH modelidir.

Dawson ve Staikouras (2009), ABD’de S&P500 endeksi için Ocak 2000 ve Mayıs 2008 tarihlerini kapsayan günlük veriler ile GARCH(1,1) modelini kullanmış ve türev işlemlerin spot piyasa oynaklığına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, türev işlemlerin başlaması ile birlikte hem spot piyasanın hem de spot piyasa endeksinin oynaklığının hem de piyasa şoklarının etkisinin azaldığı gözlemlenmektedir.

Sakthivel (2007), Hindistan’da S&P CNX Nifty için 1992-2007 dönemini kapsayan veri seti için GARCH(1,1) modelini kullanmış ve sonuç olarak, Futures işlemlerinin başlamasını takip eden dönemde, piyasa etkinliğinin arttığını ve bu yolla da spot piyasa oynaklığının azaldığını ifade etmektedir.

Yine Hindistan için gerçekleştirilen bir başka araştırmada ise, Ray ve Panda (2011), GARCH(1,1) modelini kullanarak BSE Sensex’te işlem gören 15 hisse

senedi endeksini ele almışlardır. Çalışma sonucu, türev işlemlerin başlamasıyla birlikte spot piyasa oynaklığının istikrarlı bir yapıya ulaştığını göstermektedir. Hindistan için gerçekleştirilen, Srinivasan vd. (2012) ve Thenmozhi (2002)'nin çalışmaları da diğer çalışmalara benzer şekilde, türev işlemlerin başlamasıyla birlikte spot piyasa oynaklığında azalma tespit etmişlerdir.

Chen vd. (2013) Çin ile finansal ilişkileri güçlü olan 14 farklı finansal piyasayı da kullanarak gerçekleştirdikleri panel verilerin değerlendirilmesi yaklaşımı sonucunda, türev işlemlerin başlamasıyla birlikte hisse senedi endekslerinin oynaklığında bir azalma olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Xie ve Mo (2014), CSI300 endeksi için yaptıkları araştırmada, futures işlemlerin başlamasından sonraki birkaç ay boyunca spot piyasa oynaklığının arttığı, daha sonra ise azalmaya başladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Çizelge 2.4.3.3.6.1. Türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını artırdığı sonucuna ulaşan çalışmalar.

Çalışmanın Yazar (ları) ve Yılı	Piyasa	Yöntem
Antoniou ve Holmes (1995)	FTSE 100	GARCH (1,1)
Smit ve Nienaber (1997)	ASI	Box-Jenkins ARIMA
Chang vd. (1999)	Nikkei 225, OSE	OLS
Gulen ve Mayhew (1999)	25 ülkenin finansal piyasaları	GJR-GARCH
Wu (2001)	5 ülkenin finansal piyasaları	GARCH(1,1)-MA(1)
Chiang ve Wang (2002)	TAIEX	Garman-Klass
Zhong vd. (2004)	IPC	EGARCH
Bae vd. (2004)	KOSPI 200	ARIMA
Pok ve Poshakwale (2004)	KLOFFE	GARCH (1,1)
Ryoo ve Smith (2004)	KOSPI 200	GARCH(1,1)
Debasish ve Das (2008)	BSE Sensex	Parametrik Testler
Sehgal vd. (2012)	NCDEX	GARCH

Antoniou ve Holmes (1995), İngiltere'de FTSE 100 endeksinde günlük kapanış verileri seçilmek üzere, 1980-1991 dönemini incelemişlerdir. Çalışmada, GARCH(1,1) modeli kullanılmış ve sonuç olarak, türev işlemlerin başlamasının piyasaya ulaşan bilgi miktarını ve kalitesini artırırken, buna paralel olarak oynaklığı da artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Smit ve Nienaber (1997), Güney Afrika için gerçekleştirdikleri çalışmada, hem spot hem de türev piyasada gerçekleşen ticaret hacmi ile spot piyasa oynaklığı arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır.

Chang vd. (1999), 1982-1991 döneminde günlük kapanış verileri kullanılarak, Tokyo Borsası, Nikkei 225 ve OSE için, futures işlemlerin spot piyasa oynaklığına etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın bulguları, Nikkei vadeli işlemlerinin OSE’de işlem görmeye başlamasıyla birlikte spot piyasa oynaklığının arttığını göstermektedir.

Gulen ve Mayhew (1999), 25 ülke için 1973-1997 dönemini kapsayan bir GJR-GARCH modeli uygulamışlar, endeks futures işlemlerinin ABD ve Japonya’da spot piyasa oynaklığını artırırken, diğer ülkelerde bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Wu (2001), ABD, Fransa, Japonya, Avustralya, İngiltere ve Hong Kong’u ele aldığı çalışmasında, GARCH(1,1)-MA(1) modelini kullanmış ve sonuç olarak, futures endeks işlemlerinin başlamasıyla birlikte ABD, Fransa, Japonya ve Avustralya’da spot piyasa oynaklığında belirgin bir artış tespit etmiş, Hong Kong ve İngiltere’de ise herhangi bir etki bulunamadığını ifade etmiştir.

Chiang ve Wang (2002), Tayvan’da TAIEX vadeli işlemler piyasasının spot piyasa oynaklığı üzerinde büyük etkileri olduğunu, MSCI Tayvan vadeli işlem piyasasının aynı etkiyi göstermediği sonucuna ulaşmışlardır.

Zhong vd. (2004), Meksika’da IPC endeksi ve bu endeksin vadeli işlem sözleşmesini EGARCH modeliyle incelemişlerdir. Çalışmanın kapsadığı dönem, Nisan 1999- Haziran 2002’dir ve günlük kapanış fiyatları dikkate alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, türev işlemlerin başlaması ile birlikte, spot piyasa oynaklığında bir artış gözlemlenmiştir.

Bae vd. (2004), Güney Kore’de KOSPI 200’de işlem gören ve endeks futures sözleşmesi olan hisse senetleri ve işlem görmeyen hisse senetlerini ARMA modelleri ile incelemişlerdir. Araştırmacılar, endeks futures işlemlerin başlaması ile birlikte hisse senedi endekslerinin oynaklığında yükselme olduğunu, endeks futures işlemi

yapılan hisse senetlerinin, yapılmayan hisse senetlerine göre daha az yüksek oynaklığa sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Pok ve Poshakwale (2004), Malezya’da 1993-2001 yıllarını kapsayan dönemde Kuala Lumpur Borsası için yaptıkları çalışmada, futures işlemlerinin başlamasıyla, hisse senedi oynaklığında artış gözlemlendiğini tespit etmişlerdir.

Ryoo ve Smith (2004), Güney Kore için yaptıkları çalışmada, futures sözleşmelerin işlem görmeye başlaması ile birlikte, bilginin kalıcılığının azaldığı ve KOSPI 200’de spot fiyatların oynaklığını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Debasish ve Das (2008), BSE Sensex endeksi için 1996-2007 yılları arasında günlük kapanış fiyatını kullanarak gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda, türev işlemlerin başlaması ile birlikte spot piyasada oynaklığın arttığını tespit etmişlerdir.

Sehgal vd. (2012), NCDEX için gerçekleştirdikleri GARCH modelinde, türev işlemlerin başlamasından sonra, tarımsal ürün borsalarında fiyat istikrarında bir bozulmanın meydana geldiğini, bunun da fiyat oynaklığını artırdığını bulmuşlardır.

Çizelge 5.2. Türev piyasa işlemleri ile spot piyasa oynaklığı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşan çalışmalar.

Çalışmanın Yazar (ları) ve Yılı	Piyasa	Yöntem
Kan (1997)	HSI	Cross-Sectional Analysis
Jochum ve Kodres (1998)	Brezilya, Meksika ve Macaristan	SWARCH
Bollen (1998)	NYSE-AMEX	GMM
Board vd. (2001)	FTSE 100	Stochastic Volatility
Rahman (2001)	DJIA	GARCH
Chatrath vd. (2003)	S&P 500	ARMA
Shenbagaraman (2003)	SNX Nifty, Nifty Junior	GARCH (1,1)
Calado vd. (2005)	BVLP	Wilcoxon test
Spyrou (2005)	ASE	GARCH (1,1)
Bohl vd. (2015)	Fransa, Almanya, Japona, İngiltere ve ABD	Markov- Switching GARCH

Kan (1997), HSI için 1983-1989 dönemini kapsayan bir inceleme yapmıştır. Çalışmanın sonucunda, türev işlemlerin başlaması ile spot piyasa oynaklığı arasında bir ilişki gözlemleyememiştir.

Jochum ve Kodres (1998), Brezilya, Meksika ve Macaristan için gerçekleştirdikleri SWARCH modeli sonucunda, vadeli işlemlerin başlangıcıyla spot piyasa oynaklığı arasında anlamlı bir ilişkinin bulunamadığını tespit etmişlerdir.

Bollen (1998), ABD için gerçekleştirdiği G.M.M. analizi sonucunda, diğer çalışmalara benzer şekilde, opsiyon sözleşmelerinin işlem görmeye başlamasının da spot piyasa oynaklığı üzerinde herhangi bir etki göstermediğini tespit etmiştir.

Board vd. (2001), İngiltere için kullandıkları GARCH modeli sonucunda, futures işlemlerin spot piyasa oynaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını söylemektedir.

Rahman (2001), ABD’de DJIA endeksi için yaptığı çalışma sonucunda, opsiyon ya da futures sözleşmelerin işleme başlamasının, spot piyasa oynaklığını etkilemediğini ifade etmektedir.

Chatrath vd. (2003), S&P 500 endeksi için yaptıkları çalışmada, endeks vadeli işlemlerin kurumsal taahhütlerindeki dalgalanmalardan sonra, fiyat değişkenliğinin arttığını, spekülör ya da küçük yatırımcıların piyasaya girişlerinin istikrarı bozucu etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Shenbagaraman (2003), 1995-2002 dönemi için SNX Nifty ve Nifty Junior için gerçekleştirdiği GARCH(1,1) modelinde, türev işlemlerin başlangıcı ile spot piyasa oynaklığı arasında anlamlı bir ilişki bulunamadığı, spot piyasalardaki oynaklıkların doğası gereği zaman içerisinde değiştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Calado vd. (2005), Portekiz’de BVLP için gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda, türev işlemlerin başlamasından sonra spot piyasa oynaklığında herhangi bir anlamlı etki bulunamadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Spyrou (2005), Atina Borsası için uyguladığı GARCH(1,1) modeli sonucunda, futures işlemlerin başlamasının spot piyasa oynaklığını azalttığı yönünde kanıt bulamamıştır.

Xie ve Huang (2014), 2005-2012 yılları arasında günlük kapanış verileriyle CSI 300 endeksi için GARCH modeli kullanmış ve sonuç olarak, endeks vadeli işlemlerin başlamasıyla birlikte oynaklık üzerinde herhangi bir etkinin ortaya çıkmadığını bulmuşlardır.

Bohl vd. (2015), Fransa, Almanya, Japonya, İngiltere ve ABD için gerçekleştirdikleri Markow-Switching GARCH modelinde, futures işlemleri ile spot piyasa oynaklığı arasında herhangi bir ilişki tespit edememişlerdir.

5.1.2. Türkiye’de Türev Piyasa ile Spot Piyasalar Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Çalışmalar

Baklacı ve Tutek (2006), İSE30 endeksi için uyguladığı GARCH modeli sonucuna göre, Türkiye’de vadeli işlemler piyasasının yeni bilgileri spot piyasaya hızlı bir şekilde aktardığını ve spot piyasadaki dalgalanmanın da verimliliği artırdığını öne sürmüşlerdir. Çevik ve Pekkaya (2007), Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında işlem gören, İMKB 100 endeksi, dolar ve euro vadeli işlem sözleşmeleri için gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda, İMKB 100 endeksi için spot fiyatlar vadeli işlem fiyatlarının nedeni olarak bulunurken, döviz kurlarında ise vadeli işlem fiyatlarından spot fiyatlara doğru bir nedensellik tespit edilmiştir. Kasman ve Kasman (2008), Temmuz 2002-Ekim 2007 tarihleri arasında BİST30 endeksinde vadeli işlemlerin spot piyasa oynaklığına etkilerini incelemişlerdir. EGARCH modelinden çıkartılan sonuç, vadeli işlemlerin başlamasıyla birlikte dayanak varlığın spot piyasasındaki fiyat oynaklığı azalmıştır. Ayrıca, spot piyasalardan vadeli işlem piyasalarına doğru bir nedensellik de tespit edilmiştir. Gök ve Kalaycı (2013), 2000-2012 yılları arasında günlük veriler kullanarak AR(1)-GARCH(1,1) modelini uygulamışlar ve sonuç olarak, endeks futures işlemlerinden sonra spot piyasa fiyatlarının istikrardan uzaklaşmadığı tespit edilmiştir. Demireli vd. (2015), hem spot hem de vadeli işlem piyasasında alım satımı yapılan döviz kurları için gerçekleştirdikleri nedensellik testi sonucunda, spot kurların vadeli kurların nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

5.1.3. Oynaklık Yayılma Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Kang vd. (2013), Kore’de spot ve vadeli işlem piyasalar arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışmada, KOSPI200’de spot ve futures sözleşmeleri için 10, 30 ve 60 dakikalık gün içi veri seti kullanılmış ve gün içindeki oynaklık yayılma etkisi incelenmiştir. Çok değişkenli GARCH modelinin kullanıldığı çalışma sonucunda, futures piyasalar ve spot piyasalar arasında güçlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, spot

piyasadaki getiri oynaklığının futures piyasasındaki oynaklığı etkilediği gözlemlenmiştir. Piyasaya ulaşan yeni bilginin, futures ve spot piyasalara eş anlı olarak yansiyebileceğini iddia etmektedirler.

Magkonis ve Tsouknidis (2017), New York Borsasını ele aldıkları çalışmada, spot ve futures piyasalarda işlem gören petrol ürünlerini ele almışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, spot ve futures piyasalar arasında zaman içerisinde değişen oynaklık yayılma etkisi tespit edilmiştir. Yaroyava vd. (2016), Asya, Avrupa, Amerika ve Afrika'da gelişmiş 10 piyasa ile gelişmekte olan 11 piyasa üzerine yaptıkları araştırmada, yayılma etkisinin bölgeler arası olmaktan ziyade, yerel oynaklık şoklarına daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Futures işlemlerde ise dalgalanmanın diğer piyasalardan büyük olması, türev piyasalarda bilgi aktarım mekanizmasının daha hızlı işlediğini ifade etmektedir. Aloui vd. (2017), gelişmiş ve gelişmekte olan 11 piyasa için yaptıkları çalışmada, dalgacıklar yöntemini kullanarak farklı frekans bileşenleri üzerinde oynaklık yayılma etkilerini incelemiştir. Analiz sonuçları, spot ve vadeli işlem piyasaları arasındaki etkileşimin düzensiz davranışlar gösterdiğini ifade etmektedir.

5.2. Data ve Analiz Yöntemi

Çalışmanın bu bölümünde, BİST30 endeksi vadeli işlem sözleşmelerinin (BİST30F) BİST30 endeksi oynaklığı üzerindeki etkileri uygun ekonometrik modellerle incelenecektir. Bu amaçla, BİST30 kapanış endeksi ve BİST30F'nin de gün sonu anlaşıma fiyatları kullanılmıştır. Seriler Datastream veri tabanından alınmıştır ve 05/01/2007- 27/09/2017 tarihleri arası günlük verilerden oluşmaktadır. Uygulama esnasında MATLAB R2017a ve Eviews9 paket programları kullanılmıştır. Her iki değişken için de günlük getiri oranları hesaplanmış ve analizlerde bu veriler kullanılmıştır. Günlük getiri hesaplanırken;

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (6.1)$$

Burada R_t , t tarihindeki endeksin sürekli getirisini, P_t ise t tarihinde endeksin değerini ifade etmektedir. Denklemden de anlaşılacağı üzere, her iki getiri serisinin de logaritması alınmıştır. Bu tez çalışması için modellemeler gerçekleştirilirken, oynaklık yayılma etkisinin incelenmesine olanak sağlayan temel çalışma olarak Kang

vd. (2013)'nin makalesinden hareket edilmiştir. Çalışmaya özgünlüğü katan dalgacık yönteminde ise Boubaker ve Raza (2017)'nin çalışmalarından hareketle model kurgulanmıştır. Bu tez çalışması, türev ve spot piyasalarda oynaklık yayılma etkisini dalgacıklar yardımıyla inceleyen ilk çalışma olmaktadır.

Uygulamaya geçmeden önce orijinal serilere ait betimleyici istatistiklere yer verilmiş, sonra da seriler dalgacıklara ayrılarak her bir dalgacık için betimleyici istatistikler açıklanmıştır. Daha sonraki kısımlarda ise oynaklık yayılma etkisi incelenmiştir.

5.3. Orijinal Seriler İçin Betimleyici İstatistikler

Çalışmada ele alınan değişkenlerin her ikisi de yaklaşık olarak 11 yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Borsaların tatil olduğu hafta sonu, dini ve resmi tatiller gibi günler çıktıktan sonra 2799 veri kalmıştır. BİST30 endeksi ve BİST30F değişkenleri için ilk önce betimleyici istatistikler incelenmiş ve aşağıdaki çizelgede özetlenmiştir.

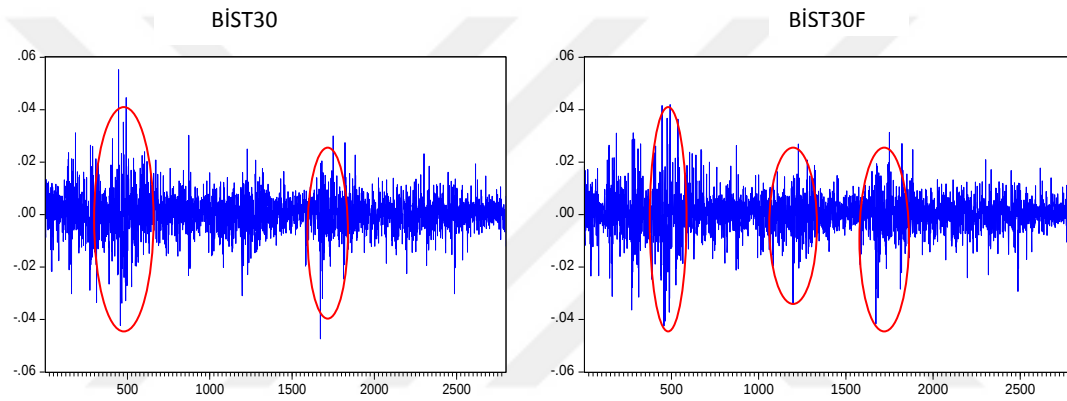
Çizelge 5.4. Orijinal seriler için betimleyici istatistikler.

	BİST30	BİST30F
Ortalama	0.0001	0.0001
Standart Hata	0.0076	0.0076
Çarpıklık	-0.123	-0.136
Basıklık	7.0510	6.8680
Jarque-Bera (Olasılık)	0.0000	0.0000

Çizelge sonuçlarına göre, hem BİST30 hem de BİST30F serilerinde basıklık 3'ten büyük olduğu için leptokurtik (kalın kuyruk) yani normal dağılıma göre tepesi sivri ve çarpıklık değeri de negatif olduğu için sola çarpık bir dağılım gözlemlenmektedir. Jarque-Bera katsayısının olabilirliğine bakıldığında ise her iki değişkene ait serilerin normal dağılım gösterdiğine dair boş hipotez reddedilmiştir. Daha açık bir ifade ile seriler normal dağılıma sahip değildir. Betimleyici istatistikler çizelgesine bakıldığında, her iki piyasanın da ortalama getirilerinin aynı olduğu anlaşılmaktadır. Hem BİST30 hem de BİST30F'nin ortalama getirileri %0.001 iken, oynaklığı da temsil ettiği kabul edilen standart hataları %0.076 bulunmuştur.

Çarpıklık ve basıklık katsayıları, serinin ortası dikkate alındığında hafif sağ tarafa çarpık kısımlarında kalın kuyruk olduğunu göstermektedir. Bunun anlamı, verilerin ortasından sonra oynaklığın belirgin bir şekilde arttığına işaret etmektedir.

Bu dönem ise 2011 ve 2012 yıllarına denk gelmektedir. Bu dönemde BİST 30 endeksinin oynaklığını artırabilecek yurt içi ve yurt dışı gelişmeler incelenmiş ve olası nedenler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bahsedilen dönemde yayınlanan bir haberde “S&P’nin ABD’nin kredi notunu düşürmesinden hemen sonra ham petrol fiyatlarının 4 dolar düştüğü, uluslararası finansal piyasalarda ise şiddetli değer kayıpları yaşandığı” yer almaktadır. Benzer bir şekilde, özellikle Avro Bölgesi’ndeki borç krizi 2012 yılında Avrupa’daki finansal piyasaların sert düşüşler yaşamasına neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı İMKB’de oynaklığın artmış olabileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 5.1. BİST30 ve BİST30F serilerine ait grafikler.

Yukarıda, BİST30 ve BİST30F serilerinin getiri grafikleri yer almaktadır. Grafikte, özellikle kırmızı çizgilerle belirtilen kısımlar incelendiğinde, oynaklık kümelenmelerinin (volatility cluster) olduğu gözlemlenmektedir. Daha net bir açıklama ile endekslerin şoklara karşı gösterdiği tepki devamlılık göstermektedir. Büyük dalgalanmaları büyük dalgalanmalar, küçük dalgalanmaları küçük dalgalanmalar takip etmektedir. Getiri serilerinin genel olarak düzeyde durağan oldukları görülüyor. Serilerin durağan olup olmadıklarının kesin olarak tespit edilmesi ise birim kök testleri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir.

Granger ve Newbold (1974), uyumluluğu gösteren çoklu korelasyon katsayısı (R^2) yüksek olan birçok çalışmada Durbin-Watson istatistiğinin düşük olduğunu ve yapılan analizlerin sahte regresyon olduğunu söylemişlerdir. Zaman serileri belirli bir dönem içerisinde kendisine has özellikler barındırmaktadırlar. Bu özelliklerden en

önemlisi, serilerin durağan olasılıklı bir süreç gözetilerek edinilmiş olmasıdır. Zaman serisinin ortalaması ve varyansı zamana bağlı olarak değişmiyorsa bu, serinin durağan olduğu anlamına gelmektedir. Yine serinin herhangi iki noktası arasındaki kovaryans belli bir zaman anına değil de, iki değer arasındaki uzaklığa bağlı olmaktadır (Yavuz, 2011: 241).

Çalışmada kullanılan serilerin durağan olup olmadığı ADF (The Augmented Dickey-Fuller) testi ile incelenecektir. Bu test, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin de modele dahil edildiği basit bir regresyonla bulunmaktadır (Gujarati, 2004: 817);

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \theta Y_{t-1} + \sum_{t=1}^n \alpha_t \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6.2)$$

Denklemden, t zaman ya da trend değişkenidir. Bu denklemde boş hipotez, $\theta = 0$ yani, seri birim kök içermektedir ve durağan değildir. Alternatif hipoteze göre ise, $\theta < 0$ olmaktadır. Böyle bir durumda ise birim kök yoktur ve seri durağandır denilmektedir. Hata terimi (ε_t), saf beyaz gürültülü bir süreç izlemektedir. Bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ şeklinde, hata terimlerinin birbirleriyle korelasyonu kalmayana kadar devam eder.

Çalışmada ele alınan BİST30 kapanış endeksi ve BİST30 futures vadeli işlem sözleşmelerinin gün sonu anlaşma fiyatlarından hareketle elde edilmiş olan logaritmik getiri serilerinin ADF birim kök testi sonuçları aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 5.5. Orijinal seriler için ADF birim kök testi sonuçları.

	None		Intercept		Trend & Intercept	
	T istatistiği	Prob.	T istatistiği	Prob.	T istatistiği	Prob.
BİST30	-52,29102	0,0001	-52,30155	0,0001	-52,29220	0,0000
BİST30F	-52,18594	0,0001	-52,19584	0,0001	-52,18658	0,0000

ADF birim kök testi sonuçları incelendiğinde, her iki seri için de "Ho: Seriler Birim Kök İçermektedir" hipotezi reddedilmektedir. Daha açık bir ifade ile,

logaritmik getiri olarak ele alınan her iki seri de düzey değerlerinde %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde durağan çıkmaktadır.

Finansal ya da ekonomik verilerin analizinde dikkate alınması gereken bir diğer husus ta otokorelasyon (ardışık bağımlılık) problemidir. Otokorelasyon, zaman serilerinde gözlemler arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Yani, hata terimleri arasında bir ilişki varsa bu, otokorelasyon olarak adlandırılmaktadır. Modele alınmamış açıklayıcı değişken, değişkenler arasındaki hareket benzerliği, gecikmeler ve verilerin üzerinde oynamalar yapılması gibi sebeplerle otokorelasyon sorunu ortaya çıkabilmektedir (Kutlar, 2012: 232). Otokorelasyon problemi olan seriler ile analiz yapmanın bir takım sakıncaları olacaktır. Bunlardan en önemlisi, bu çalışmada sıklıkla kullanılacak olan hata terimlerinin varyansını olması gerekenden düşük verebilecektir. İlerleyen bölümlerde detaylarıyla gösterilecek olan koşullu varyansın düşük çıkması modelin güvenilirliğini düşürecek ve test istatistik sonuçlarını yanlış verecektir (Gujarati, 2004: 455). Çalışmada yer alan serilerde otokorelasyon probleminin olup olmadığı Breusch-Godfrey LM testi ile sınanmıştır. Bu test gerçekleştirilmeden önce, her iki seri için otoregresif (AR) modeller Eviews 9 paket programının otomatik belirleme yöntemine göre seçilmiştir.

Çizelge 5.6. Otokorelasyon testi sonuçları.

Endeksler	F İstatistiği	Prob.
BİST 30	1,296807	0,1114
BİST30 Futures	1,301936	0,1080

Ho: Hata terimlerinde otokorelasyon sorunu yoktur

Breusch-Godfrey LM testi sonuçları incelendiğinde olabilirlik değerlerinin %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeyinden yüksek olduğu, dolayısı ile Ho hipotezinin reddedilemediği söylenebilir. Yani, logaritması alınmış getiri serilerinin her ikisinde de otokorelasyon problemi bulunmamaktadır.

Zaman serilerinin analizinde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ta değişen varyans probleminin olup olmadığıdır. En küçük kareler yönteminde yer alan varsayımlardan birisi de "zaman serisinde değişen varyans problemi

bulunmamaktadır". Bağımsız değişkenlerin gözlemlerinde değişim olurken bağımlı değişkenin gözlemlerinin varyansı sabit kalıyorsa bu durumda değişen varyans problemi bulunmamaktadır (Albayrak, 2008: 113). Yapılan araştırmalar veri sıklığı arttıkça değişen varyans probleminin de daha sık görüldüğünü ortaya koymaktadır. Buna ek olarak, değişen varyans probleminin gözlemlendiği seriler ARCH tipi modeller için de uygun olmaktadır (Akel, 2011: 90). Çalışmada kullanılan seriler için gerçekleştirilen ARCH-LM testi sonuçları aşağıdaki gibidir;

Çizelge 5.7. ARCH-LM testi sonuçları.

	F İstatistiği	Prob.	Obs.*R-squared	Prob. Chi-Square(1)
BİST30	36,75964	0,0000	36,30857	0,0000
BİST30F	45,17567	0,0000	44,48917	0,0000

Ho: Hata terimleri sabit varyanslıdır

ARCH-LM test sonuçları, her iki getiri serisi için de Ho hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Bu sonuçlara göre, hem BİST30 hem de BİST30F getiri serileri için hata terimlerinin değişen varyans gösterdiği söylenebilir. Ortaya çıkan bu sonuçlar aslında çalışmanın devamının gerçekleştirilmesi gerektiğini de ifade etmektedir. Her iki seri için de ARCH etkisinin varlığı ortaya konulabilmektedir.

5.4. Dalgacıklara Ayrılmış Seriler İçin Betimleyici İstatistikler

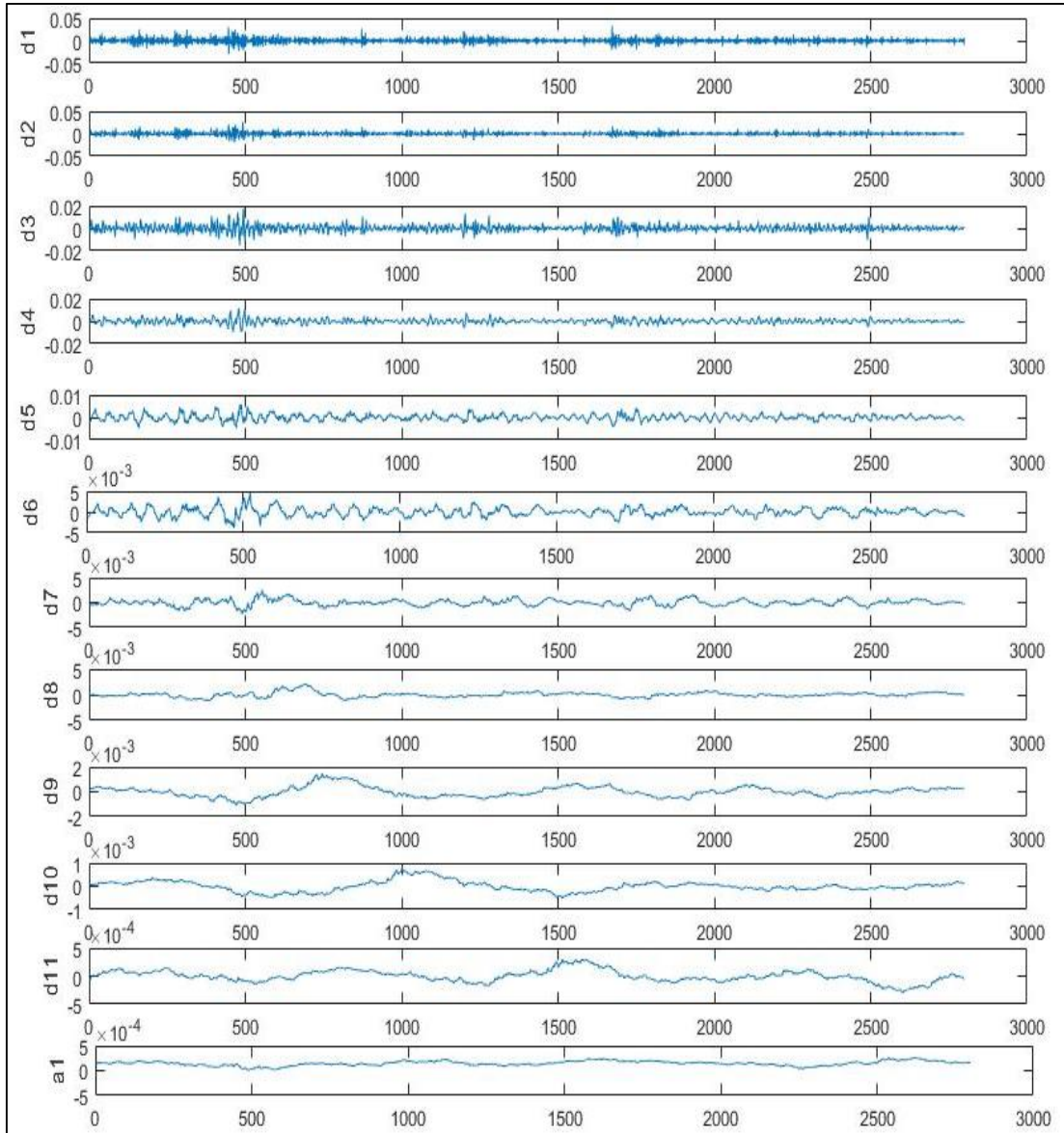
Daha önceki bölümlerde teorik çerçevesi anlatılan dalgacık teorisinin, çalışmada uygulanan yöntemleri ve her bir dalgacık için ortaya çıkan betimleyici istatistikler bu başlık altında incelenecektir. Literatür incelemelerinde hangi yöntemin kesin olarak uygulanması gerektiği ile ilgili net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Ancak, daha önceden de açıklandığı üzere, özellikle finansal zaman serilerinde azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümü (MODWT) kullanmanın daha gerçekçi sonuçlar vereceğini söyleyen çalışmalar mevcuttur; Gallegati (2008), Percival (1995), Khalfaoui vd. (2015). Bahsi geçen çalışmalardan referans alınarak, bu çalışmada da MODWT yöntemi tercih edilmiştir. Dalgacık türü olarak, yine literatürde yer alan çalışmalarda en çok kullanılan tür olduğu için Daubechies

dalgacığı seçilmiştir. 2799 gözlem olduğu daha önce söylenmişti. Dalgacık teorisi anlatılırken izah edilen $2^j=N$ denkleminde hareketle seriler 11 ölçeğe ayrılmıştır. Ek olarak, her seri için birer tane ölçek katsayıları vektörü bulunmaktadır (yaklaşım dalgacığı olarak ta ifade edilmektedir). Dalgacıklar için zaman aralıkları şu şekilde tanımlanmıştır (Özdemir ve Yıldırım, 2013: 104);

Çizelge 5.8. Zaman - frekans bantları.

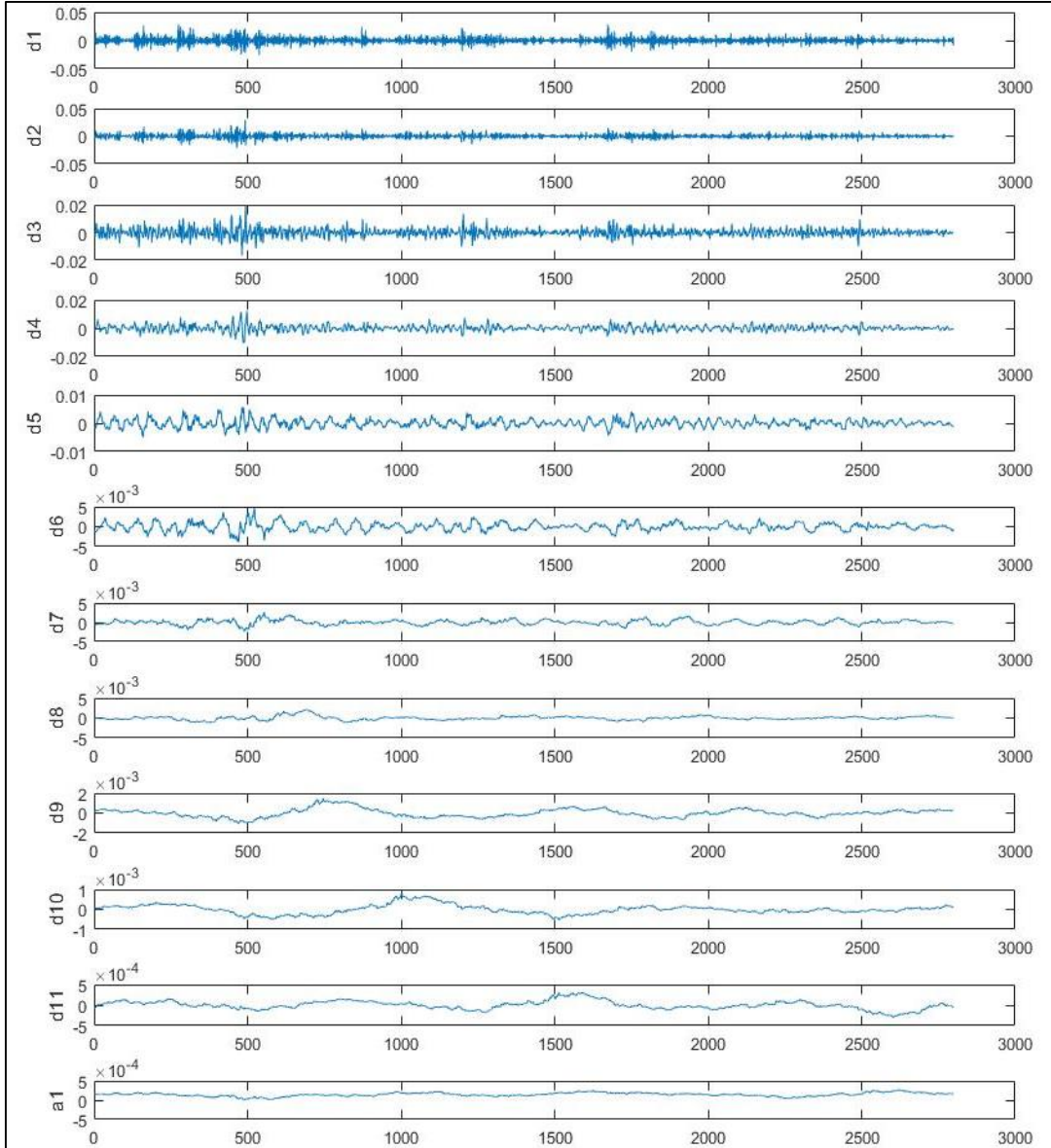
Frekans Bandı	Frekans
d1	2-4 gün
d2	4-8 gün
d3	8-16 gün
d4	16-32 gün
d5	32-64 gün
d6	64-128 gün
d7	128-256 gün
d8	256-512 gün
d9	512-1024 gün
d10	1024-2048 gün
d11	2048-4096 gün

Periyot ve frekans arasındaki negatif ilişkiyi göz önünde bulundurduğumuzda, en düşük periyotta en yüksek frekans, en yüksek periyotta ise en düşük frekansın olacağı söylenebilir. Bu mantıkla hareket edilince, d1 en yüksek frekansı, d11 ise en düşük frekansı vermektedir. Tarih bazında frekansların temsil ettikleri dönemler ayrıştırıldığında, en düşük periyoda sahip d1, d2, d3 ve d4 frekansları kısa dönemi, d5, d6, d7, d8 frekansları orta vadeli dönemi, d9, d10 ve d11 frekansları ise uzun dönemi temsil etmektedir. Her bir seri için frekanslara ayrılmış detay (d) ve yaklaşım (a) serileri grafik üzerinde gösterilecek olursa;



Şekil 5.2: BİST30 serisine ait dalgacıkların grafiği.

Grafikte yatay eksenle gösterilen değerler "yaklaşık" tarih olarak düşünülecek olursa, 500 rakamı 2008'in 10. ayına, 1000 rakamı 2010 yılının 7. ayına, 1500 ise 2012 yılı 5. ayına, 2000 rakamı da 2014 yılı 2. ayına yakın çıkmaktadır. Kısa dönem frekansları temsil eden d1, d2, d3 ve d4 panelleri incelendiğinde, BİST30 serisinin kısa dönemde yine oynaklık kümelenmeleri gösterdiği fark edilmektedir. Daha düşük ölçeklerde ise genel hareketlerin seyri gözlemlenebilmektedir.



Şekil 5.3. BİST30F serisine ait dalgacıkların grafiği.

BİST30F getiri serisi için grafik incelendiğinde, bir önceki grafikte benzer durumlar gözlemlenebilmektedir. Kısa dönemde yine oynaklık kümelenmeleri bulunmaktadır. Her iki grafikte de yakın ortalamalar civarında hareketler vardır. Bu noktaları daha net görebilmek için her bir detay ve yaklaşım vektörü için betimleyici istatistikler oluşturulmuştur. Bu sayede serilerin ortalaması, değişen varyans durumunun olup olmadığı rahatlıkla anlaşılabilecektir.

Çizelge 5.9. Dalgacıklar için betimleyici istatistikler.

	BİST30					BİST30 Future				
	Mean	St. Ht.	Çarp	Basık	JB PV	Mean	St. Ht.	Çarp	Basık	JB PV
D1	0,0000	0,0053	0,3121	5,8079	0,0000	0,0000	0,0054	0,2381	5,6313	0,0000
D2	0,0000	0,0037	0,2732	6,2657	0,0000	0,0000	0,0038	0,2614	6,5187	0,0000
D3	0,0000	0,0027	0,3560	6,2627	0,0000	0,0000	0,0027	0,2844	6,2263	0,0000
D4	0,0000	0,0019	0,2386	5,7614	0,0000	0,0000	0,0019	0,2374	6,1672	0,0000
D5	0,0000	0,0013	0,2865	3,8460	0,0000	0,0000	0,0013	0,2881	3,7421	0,0000
D6	0,0000	0,0009	0,1442	3,6711	0,0000	0,0000	0,0010	0,1240	3,7718	0,0000
D7	0,0000	0,0006	0,1146	3,3663	0,0000	0,0000	0,0006	0,1076	3,4150	0,0000
D8	0,0000	0,0004	0,8969	5,6633	0,0000	0,0000	0,0004	0,8510	5,7150	0,0000
D9	0,0000	0,0004	0,5676	3,6381	0,0000	0,0000	0,0004	0,5730	3,6229	0,0000
D10	0,0000	0,0002	0,5149	3,6166	0,0000	0,0000	0,0002	0,5207	3,6366	0,0000
D11	0,0000	0,0001	0,1547	3,4217	0,0000	0,0000	0,0001	0,1698	3,4850	0,0000
A1	0,0001	0,0000	-0,212	2,9185	0,0000	0,0000	0,0000	-0,200	2,9422	0,0000

Her iki değişken için de, 11 detay frekansı ve birer yaklaşım dalgacığına ayrılan serilerin betimleyici istatistikleri yukarıda gösterilmiştir. Hem BİST30 hem de BİST30F değişkenlerinin tüm dalgacıklarının ortalama getirilerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Standart hatalara bakıldığında ise ölçek düştükçe standart hatanın azaldığı gözlemlenmektedir. Yaklaşım dalgacıklarında, standart hata neredeyse sıfır olmaktadır. Çarpıklık değerleri, yaklaşım dalgacığı haricinde her iki değişken için de detay dalgacıklarının tamamı pozitif değer almaktadır. Bunun anlamı, yaklaşım dalgacıklarında negatif asimetri bulunmaktadır ve sağa çarpık bir yapıdadır. Detay dalgacıklarında ise, pozitif asimetri vardır ve sola çarpıktır. Basıklık değerlerinde de çarpıklıkta ortaya çıkan duruma benzer sonuçlar bulunmaktadır. Basıklık değerinin 3 olması, normal bir dağılımın şartlarındandır. Yaklaşım dalgacıkları üç'ten küçük iken, detay dalgacıkları üç'ten büyüktür. Yaklaşım dalgacıkları normale göre basık iken, detay dalgacıkları ise normal dağılıma göre tepesi sivri (leptokurtik) kalın kuyruk dağılım göstermektedir. Detay dalgacıklarının uç değerler gösterebileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Nihai olarak, hem detay hem

yaklaşım dalgacıklarının Jarque-Bera test istatistiklerinin olabilirlik değerlerine bakıldığında tüm serilerin normal dağılım göstermediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Hem BİST30 hem de BİST30F değişkenlerinin dalgacıklara ayrılmış serilerinin grafikleri incelendiğinde, tüm serilerin de büyük ölçüde durağana yakın seyir izlediği söylenebilir. Ancak, durağanlıkla ilgili net bir cevap verebilmek için daha önce orijinal serilerde yapıldığı gibi ADF birim kök testi uygulanmıştır. Her bir dalgacık için ortaya çıkan sonuçlar aşağıda çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.10. BİST30 dalgacıklar için ADF birim kök testi sonuçları.

	Trend ve Sabitsiz		Sabit		Trend ve Sabit	
	T	Prob.	T istatistiği	Prob.	T istatistiği	Prob.
D1	-17,13440	0,0000	-17,13179	0,0001	-17,12835	0,0000
D2	-17,00149	0,0000	-16,99885	0,0000	-16,99543	0,0000
D3	-15,68566	0,0000	-15,68325	0,0000	-15,68018	0,0000
D4	-13,80287	0,0000	-13,80066	0,0000	-13,79814	0,0000
D5	-13,355758	0,0000	-13,35507	0,0000	-13,35270	0,0000
D6	-14,79048	0,0000	-14,78722	0,0000	-14,78463	0,0000
D7	-7,472466	0,0000	-7,471198	0,0000	-7,468770	0,0000
D8	-4,453475	0,0002	-4,479452	0,0016	-2,653009	0,0078
D9	-2,653009	0,0078	-2,652715	0,0826	-2,677750	0,2460
D10	-2,273476	0,0222	-2,273000	0,1810	-2,257891	0,4565
D11	-2,360336	0,0177	-2,359915	0,1535	-2,616854	0,2727
A1	-0,874291	0,3374	-2,927558	0,0424	-3,121557	0,1014

Ho: Seriler Birim Kök İçermektedir.

BİST30 getiri serisinin 11 detay ve bir yaklaşım dalgacığı için yapılan ADF birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, tüm serilerin de üç modelden en az birisinde durağan olduğu görülmektedir. İlk sekiz dalgacıkta seriler üç modelde de %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde Ho hipotezini reddetmektedir. Daha açık bir ifade ile, 8 detay dalgacığı da durağandır. D9 dalgacığı, trend ve sabitsiz modelde üç anlamlılık düzeyinde durağan iken, sabitli modelde %10 anlamlılık düzeyinde durağandır. Trend ve sabitli modelde ise durağan değildir. D10 ve D11 dalgacık serileri ise trend

ve sabitsiz modelde %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağan iken diğer modellerde durağan değildir. Yaklaşım dalgacı (A1) ise, sadece sabitli modelde %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağandır. Diğer iki modelde ise H_0 hipotezini reddedememektedir.

Çizelge 5.11. BİST30F dalgacıklar için ADF birim kök testi.

	Trend ve Sabitsiz		Sabitli		Trend ve Sabitli	
	T	Prob.	T istatistiği	Prob.	T istatistiği	Prob.
D1	-17,30104	0,0000	-17,29846	0,0000	-17,29509	0,0000
D2	-17,02801	0,0000	-17,02541	0,0000	-17,02210	0,0000
D3	-15,60774	0,0000	-15,60537	0,0000	-15,60243	0,0000
D4	-14,20762	0,0000	-14,20531	0,0000	-14,20280	0,0000
D5	-13,62727	0,0000	-13,62463	0,0000	-13,62232	0,0000
D6	-15,07327	0,0000	-15,06987	0,0000	-15,06709	0,0000
D7	-7,354983	0,0000	-7,353781	0,0000	-7,349619	0,0000
D8	-4,459824	0,0000	-4,459020	0,0002	-4,487625	0,0016
D9	-2,534008	0,0110	-2,534007	0,1075	-2,563929	0,2972
D10	-2,203110	0,0266	-2,202757	0,2054	-2,178384	0,5010
D11	-2,377038	0,0169	-2,376614	0,1485	-2,619013	0,2717
A1	-0,889867	0,3307	-2,976202	0,0373	-3,189802	0,0866

H_0 : Seriler Birim Kök İçermektedir

BİST30F getiri serisinin 11 detay ve bir yaklaşım dalgacı için yapılan ADF birim kök testi sonuçları, BİST30 serisi için yapılan ADF birim kök testi sonuçlarına paralellik arz etmektedir. İlk 8 detay dalgacı için her üç modelde de seriler %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağandır. D9, D10 ve D11 dalgacıkları ise sabitsiz ve trendsiz modelde %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağandır. Yaklaşım dalgacı ise sabitli modelde %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağandır.

Orijinal seriler incelenirken, değişen varyans sorununun olup olmamasının ekonometrik analizler açısından önemine değinilmişti. Değişen varyans durumunun olması ARCH tipi modellerin uygulanabilmesi için olumlu bir neticedir. Bu nedenle, her bir dalgacık için gerekli AR modeli tespit edilerek gerçekleştirilen ARCH-LM

testinin incelenmesi yararlı olacaktır. Birim kök testinde olduğu gibi, ARCH-LM testinde de önce BİST30 serisinin dalgacıları, daha sonra da BİST30F serisinin dalgacıları ele alınmaktadır.

Çizelge 5.12. BİST30 dalgacılar için ARCH-LM testi.

	F İstatistiği	Prob.	Obs.*R-Sq	Prob.Chi-Sq(1)
D1	435,1957	0,0000	376,8504	0,0000
D2	289,8605	0,0000	262,8212	0,0000
D3	1157,500	0,0000	819,1944	0,0000
D4	3191,032	0,0000	1491,308	0,0000
D5	4562,749	0,0000	1734,883	0,0000
D6	12097,45	0,0000	2272,722	0,0000
D7	19755,40	0,0000	2451,094	0,0000
D8	88239,91	0,0000	2712,065	0,0000
D9	151461,4	0,0000	2747,285	0,0000
D10	197181,2	0,0000	2758,880	0,0000
D11	182606,3	0,0000	2755,804	0,0000
A1	87428,64	0,0000	2711,292	0,0000

Ho: Hata terimleri sabit varyanslıdır

BİST30 getiri serisinin detay ve yaklaşım dalgacıları için uygulanan ARCH-LM testi sonuçlarına göre, tüm dalgacılarda Ho hipotezi reddedilmektedir. Yani, bütün dalgacıların hata terimleri sabit varyansa sahip değildir. Bu sonuçlara göre, tüm dalgacılarda ARCH etkisi gözlemlenmektedir.

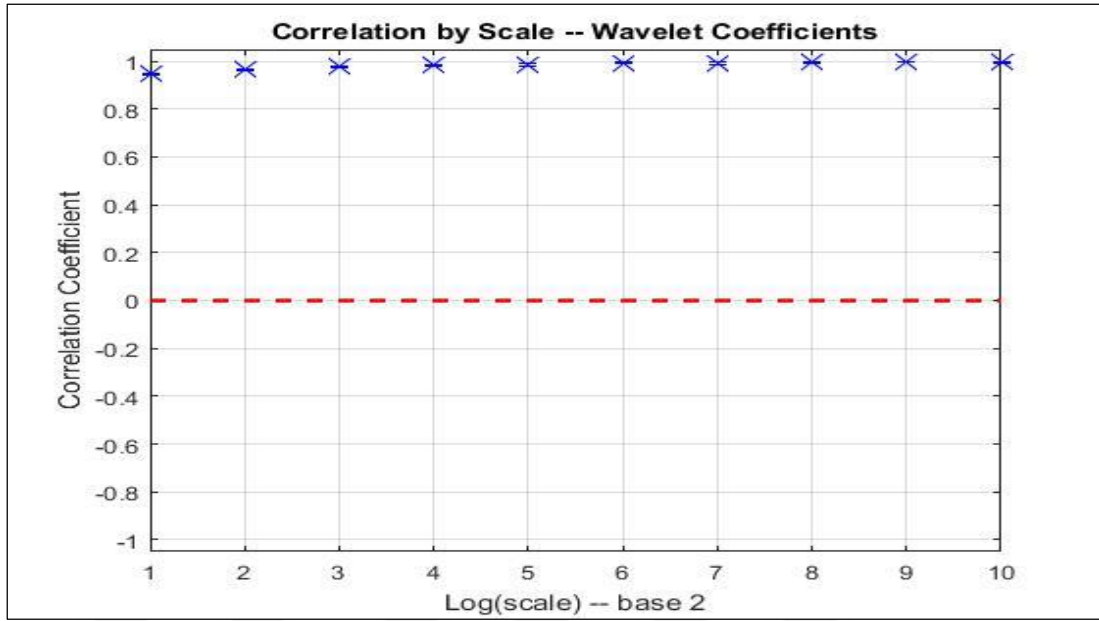
Çizelge 5.13. BİST30F dalgacıklar için ARCH-LM testi.

	F İstatistiği	Prob.	Obs.*R-squared	Prob. Chi-Square(1)
D1	520,2398	0,0000	438,9402	0,0000
D2	218,0132	0,0000	202,3883	0,0000
D3	1043,919	0,0000	760,6630	0,0000
D4	3771,049	0,0000	1606,718	0,0000
D5	4600,200	0,0000	1740,267	0,0000
D6	11834,12	0,0000	2263,267	0,0000
D7	20143,91	0,0000	2456,970	0,0000
D8	94168,41	0,0000	2717,319	0,0000
D9	147547,0	0,0000	2745,964	0,0000
D10	193885,5	0,0000	2758,224	0,0000
D11	180633,6	0,0000	2755,350	0,0000
A1	84906,34	0,0000	2708,798	0,0000

Ho: Hata terimleri sabit varyanslıdır

BİST30F serisinin detay ve yaklaşım dalgacıkları için yapılan ARCH-LM testi, BİST30 serisinin dalgacıkları için yapılan test ile benzer sonuçlar vermektedir. Serilerin tamamında Ho hipotezi reddedilmektedir. Yani, tüm dalgacıkların hata terimlerinin varyansı sabit değildir.

Son olarak, değişkenlerin dalgacıkları arasındaki korelasyon incelenmektedir. Bu şekilde, dalgacıkların aynı ölçek içerisinde nasıl bir korelasyona sahip oldukları anlaşılabilecektir.



Şekil 5.4. Dalgacıklar arasındaki korelasyon.

Şekilden de anlaşılacağı üzere, BİST30 ve BİST30F değişkenlerinin dalgacıkları arasında çok yüksek bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları tüm dalgacıklarda neredeyse bir'e yakın çıkmaktadır. Bunun anlamı, tüm dalgacıklar kendi ölçekleri arasında önemli ölçüde etkileşim içerisinde bulunmaktadır. Bu sonuçlar, uygulamada incelenecek esas konu olan oynaklık yayılma etkisinin olabileceğini işaret etmektedir.

5.5. Türev ve Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Oynaklık Yayılma Etkisi

Bu çalışmada temel amaç, BİST30 futures vadeli işlem sözleşmelerin BİST30 endeksinin oynaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymaktır. Her iki değişkenin orijinal serileri ve dalgacık serileri için gerçekleştirilen betimleyici istatistiki çalışmalar, bu değişkenlerin kendi geçmiş değerlerinden etkilenebileceklerini, yani ARCH etkisi ortaya koyabileceğini göstermekteydi. Bu aşamadan sonra yapılacak analizler, değişkenlerin geçmiş hata terimlerinin ya da geçmiş varyanslarının, bugünkü oynaklık ya da şoklar üzerinde etkisinin durumunu yansıtacaktır. Buna ek olarak, aynı geçmiş değerlerin iki farklı piyasa arasındaki etkileşimi de çalışmanın konusu olacaktır. Bu analiz yapılmadan önce, kullanılacak çok değişkenli GARCH modelinin seçimi üzerinde durulacaktır.

Literatürde yer alan birçok çalışmaya göre, en yüksek log olabilirlik (loglikelihood) değerine sahip ve en düşük bilgi kriterinin bulunduğu modelin seçileceği belirtilmektedir Abdullah, Saiti ve Masih (2016), Lin ve Li (2015), Boubaker ve Raza (2017) bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Bunun için DVECH-GARCH, BEKK-GARCH ve CCC-GARCH modellerinin tamamı tahmin edilmiş, tüm modellere ait log olabilirlik ve bilgi kriterleri değerleri çizelge haline getirilmiştir. Bu çizelgeye, tezin son kısmında yer alan “Ek’ler” bölümünden ulaşılabilir.

Ek’te yer alan tablo incelendiğinde, DVECH-GARCH modelinde normal dağılım, Student's t dağılımına göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Detay ve yaklaşım dalgacıklarının tamamı göz önüne alındığında, 7 dalgacık serisi için normal dağılım sonuçları daha iyi çıkmaktadır. Ancak sadece DVECH modeli için çıkartılmış sonuçlar tek başına anlam ifade etmeyecektir. Buna ek olarak, CCC-GARCH ve BEKK-GARCH modellerinin de sonuçlarının karşılaştırılması gerekmektedir. CCC-GARCH modelinde, t dağılımının normal dağılıma göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Kendi içerisinde t dağılımı daha iyi sonuç vermesine rağmen DVECH modelinin normal dağılım sonuçları CCC-GARCH modelinden daha iyi sonuçlar vermektedir. Benzer şekilde BEKK-GARCH modelinde de t dağılımı sonuçları normal dağılım sonuçlarına göre daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, DVECH modelinin normal dağılım sonuçları BEKK-GARCH modelinden daha iyi sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, DVECH modeli normal dağılım değerleri, diğer tüm modellerin değerlerine göre daha uyumlu sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, çalışmanın kalan kısmında DVECH modeli üzerinden oynaklık yayılma etkisi incelenecektir.

DVECH modeli, daha önceki bölümlerde de anlatılmış olup, çok değişkenli GARCH ailesindendir. VARCH modelinde, varyans-kovaryans matrisinin ya da korelasyon matrisinin pozitif yarı belirli olma koşulu bulunmaktadır. Bu koşulu gerçekleştirebilmek için Marquardt (ARCH En çok olabilirlik) yöntemi ile model incelenmiştir. Modelin koşullu ortalama denklemi de aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır;

$$R_{it} = \xi_{it-1} + \varepsilon_t \quad (6.3.)$$

Denklem'de, ξ_{it-1} her bir piyasanın kendi geçmiş koşullu ortalamasından kaynaklanan yayılma etkisini göstermektedir. Ek olarak, $i=1$ olduğunda hisse senedi endeksini, $i=2$ olduğunda ise futures vadeli işlem sözleşmesini temsil edecektir. Koşullu varyansı hesaplamak için oluşturulan DVECH modeli ise şu şekildedir;

$$VECH(H_t) = F + B * VECH(\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}) + G * VECH(H_{t-1}) \quad (6.4)$$

Değişken sayısı N olarak gösterilsin. Denklemdeki H_t , koşullu varyans-kovaryans matrisini, F , $\frac{1}{2}N(N+1) \times 1$ boyutunda sabitler vektörünü, B ve G ise $\frac{1}{2}N(N+1) \times \frac{1}{2}N(N+1)$ boyutunda katsayı matrisini ifade etmektedir. H_t , F , B ve G harfleri ile ifade edilen vektör ve matrislerin açılımı yapılarak daha detaylı gözlemlenebilir. H_t varyans-kovaryans matrisi;

$$H_t = \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{21} \\ h_{22} \end{bmatrix} \quad (6.5)$$

Denklemde, h_{11} , BİST30F kapanış endeksinden hesaplanan getiri oranının koşullu varyansını, h_{21} , BİST30F ve BİST30 arasındaki koşullu kovaryansı, h_{22} ise, BİST30'un koşullu varyansını temsil etmektedir.

F sabitler vektörü;

$$F = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix} \quad (6.6)$$

B katsayı matrisi;

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} \end{bmatrix} \quad (6.7)$$

B katsayı matrisi, modelin ARCH etkisini ölçmeye yaramaktadır. Örneğin, b_{11} , BİST30F endeksinin kendi geçmiş oynaklık şoklarının şimdiki oynaklığa

etkisini gösterirken, b_{22} , BİST30'un kendi geçmiş oynaklık şoklarının şimdiki oynaklığa etkisini göstermektedir. b_{12} ise, BİST30F'nin geçmiş oynaklık şoklarının BİST30'un şimdiki oynaklığına etkisinin tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Bir başka deyiş ile, iki piyasa arasındaki çapraz oynaklık şokları bulunabilmektedir.

Son olarak, G katsayı matrisi ise;

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & 0 & 0 \\ 0 & g_{22} & 0 \\ 0 & 0 & g_{33} \end{bmatrix} \quad (6.8)$$

G katsayı matrisi de, modeldeki GARCH etkisini ölçmekte kullanılmaktadır. Burada da bir örnek ile konu açıklanacak olursa, g_{11} , BİST30F'nin kendi koşullu varyansının geçmiş değerlerinin şimdiki koşullu varyansı üzerindeki etkisini gösterirken g_{12} ise, BİST30F'nin koşullu varyansının geçmiş değerlerinin BİST30'un şimdiki koşullu varyansı üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Daha net bir ifade ile, oynaklık yayılma etkisini göstermektedir ki, bu da çalışmada esas tespit edilmek istenen husustur.

5.6. Analiz Sonuçları

BİST30 ve BİST30F değişkenleri için gerçekleştirilen DVECH-GARCH modeli sonuçları, önce orijinal seriler için, daha sonra da 11 detay ve bir yaklaşım dalgacığı için analiz edilecektir. Tüm modellerde normal dağılım kullanılmıştır. Sonuçlar, her bir frekans için ortalama ve varyans denkleminin bir arada tablolaştırılmasıyla ifade edilecektir. Orijinal seriler için DVECH-GARCH sonuçları aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.14. Orijinal seri DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z-İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	0.000415	0.000124	3.352742	0.0008
ξ_2	0.000434	0.000125	3.464886	0.0005
Varyans Denklemi				
f_{11}	6.85E-07	7.66E-08	8.943199	0.0000
f_{12}	6.15E-07	7.08E-08	8.683604	0.0000
f_{22}	6.08E-07	7.27E-08	8.366012	0.0000
b_{11}	0.037391	0.002593	14.42067	0.0000
b_{12}	0.035305	0.002492	14.16608	0.0000
b_{22}	0.034971	0.002504	13.96624	0.0000
g_{11}	0.949038	0.003313	286.4715	0.0000
g_{12}	0.951907	0.003101	306.9678	0.0000
g_{22}	0.952721	0.003069	310.3986	0.0000

Çizelgede yer alan ortalama denklemi sonuçları incelendiğinde, hem BİST30 hem de BİST30F için katsayıların istatistiki olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. BİST30F endeksinin geçmiş koşullu ortalama getirilerinden kaynaklanan yayılma etkisi, düşük te olsa pozitif yönlüdür. Benzer bir durum, BİST30 endeksi için de geçerli olmaktadır.

Varyans denkleminde ise, değişkenler için sabit terimi ifade eden f katsayıları istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Modeldeki ARCH etkisini inceleyen b katsayıları da istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. ARCH etkisini gösteren b ve GARCH etkisini gösteren g katsayılarının toplamı, her bir durum için $b+g>0$ şeklindeki pozitif olma koşulunu ve $b+g<1$ şeklindeki durağan olma koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulu, oynaklığın devamlılığını da göstermektedir. BİST30F için oynaklık devamlılığı 0.986429 bulunmuştur. BİST30 için ise, 0.987692 olmaktadır. Bu değer 1'e yakın olması, getiri oynaklığının zaman içerisinde değiştiğini ama bu değişimin tahmin edilebilir düzeyde olduğunu gösterir. BİST30F endeksi için ARCH etkisini gösteren b_{11} katsayısı incelendiğinde, geçmiş oynaklık şoklarının cari oynaklığı yaklaşık 0.035 etkilediği tespit edilmiştir. BİST30

endeksi için de yakın bir durum söz konusudur. Çapraz oynaklık şoklarının etkisini gösteren b_{12} katsayısı incelendiğinde, futures piyasanın geçmiş oynaklık şoklarının, hisse senedi piyasasının cari oynaklığını yaklaşık 0,0353 kadar etkilediği gözlemlenmektedir.

Model'de GARCH etkisini gösteren g katsayısı da tüm koşullar için istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. BİST30F endeksi için g_{11} katsayısına bakıldığında, geçmiş koşullu varyansın, şimdiki oynaklık üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı şekilde BİST30 endeksinde de geçmiş koşullu varyans, cari oynaklık üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Çapraz oynaklık yayılma etkisi ise, BİST30F endeksinin geçmiş koşullu varyansının BİST30 endeksinin şimdiki oynaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun anlamı, piyasalar arasında güçlü bir oynaklık yayılma etkisi vardır. BİST30F endeksi için, BİST30'un geçmiş koşullu varyansı, BİST30F endeksinin kendi geçmiş koşullu varyansından daha fazla etkilemektedir.

Çizelge 5.15. D1 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	7.74E-05	6.02E-05	1.285768	0.1985
ξ_2	9.74E-05	6.00E-05	1.624275	0.1043
Varyans Denklemi				
f_{11}	3.24E-06	2.20E-07	14.72268	0.0000
f_{12}	3.27E-06	2.24E-07	14.58057	0.0000
f_{22}	3.34E-06	2.33E-07	14.31166	0.0000
b_{11}	0.288477	0.014262	20.22758	0.0000
b_{12}	0.294866	0.014288	20.63803	0.0000
b_{22}	0.304162	0.014743	20.63119	0.0000
g_{11}	0.633336	0.009622	65.82183	0.0000
g_{12}	0.621972	0.010291	60.43722	0.0000
g_{22}	0.616264	0.010871	56.68868	0.0000

BİST30 ve BİST30F değişkenlerinden türetilen dalgacıklardan, ilk önce D1 detay dalgacığı ele alınacaktır. Bu dalgacık bandı, 2-4 gün aralığını kapsamaktadır.

D1 dalgacığı için yapılan DVECH modelinin ortalama denklem sonuçları istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Yani, getirilerin koşullu geçmiş ortalamalarından kaynaklanan bir yayılma etkisi tespit edilememiştir. Bu sonucun, dalgacığın 2-4 günlük bir frekanstan oluşmasından dolayı ortaya çıkmış olabileceği değerlendirilmektedir. Yalnızca iki günlük getiriyi temsil eden bir frekans bandında, geçmiş ortalama getirinin anlamlı bir etki göstermemesi ihtimal dahilindedir.

Modelde, b ve g katsayıları, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulunu sağlamaktadır. Oynaklık devamlılığını gösteren durağanlık koşulu, BİST30F endeksi için 0.921813, BİST30 endeksi için 0.920426 olarak bulunmuştur. Orijinal seride olduğu gibi burada da getirinin oynaklığı öngörülebilir ölçüde değişim göstermeye devam etmektedir.

D1 dalgacığının varyans denkleminde, tüm katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. BİST30 ve BİST30F değişkenlerinin sabit terimleri, pozitif ve anlamlıdır. BİST30F endeksi için ARCH etkisini gösteren b_{11} , geçmiş oynaklık şoklarının cari oynaklığı 0.288477 kadar etkilediği tespit edilmiştir. BİST30 endeksi için bu katsayı 0.304162 bulunmaktadır. Çapraz oynaklık şokları ele alındığında, BİST30F endeksinin geçmiş oynaklık şoklarının, BİST30 endeksinin şimdiki oynaklığını yine yaklaşık 0.3 kadar etkilediği gözlemlenmektedir. Hem orijinal veride hem de ilk detay dalgacığında, çapraz oynaklık şoklarının etkisi neredeyse kendi geçmiş oynaklık şokları kadar etki gösterebilmektedir.

Modelde GARCH etkisini gösteren g katsayıları, orijinal seride ortaya çıkan sonuç kadar olmasa da yine de endekslerin geçmiş koşullu varyansların şimdiki oynaklığı yaklaşık 0.63 etkilediği bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisi de hemen hemen aynı sonucu vermektedir. BİST30F endeksinin geçmiş koşullu varyansı BİST30 endeksinin cari oynaklığını 0.621972 etkilemektedir. Daha net bir ifade ile, BİST30F endeksi ve BİST30 endeksi arasında 2-4 günlük frekans bandında çapraz oynaklık yayılma etkisi bulunmuştur.

Çizelge 5.16. D2 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	1.55E-05	4.03E-05	0.383966	0.7010
ξ_2	1.90E-05	4.05E-05	0.469247	0.6389
Varyans Denklemi				
f_{11}	9.42E-07	8.11E-08	11.62425	0.0000
f_{12}	9.49E-07	8.11E-08	11.70648	0.0000
f_{22}	9.64E-07	8.39E-08	11.48224	0.0000
b_{11}	0.220874	0.011988	18.42505	0.0000
b_{12}	0.220491	0.012233	18.02492	0.0000
b_{22}	0.222518	0.012792	17.39511	0.0000
g_{11}	0.723946	0.010883	66.51974	0.0000
g_{12}	0.721047	0.011237	64.16892	0.0000
g_{22}	0.719807	0.011846	60.76124	0.0000

4-8 günlük frekans bandını temsil eden D2 dalgacığının ortalama denklemi de, D1 dalgacığında olduğu gibi istatistiki olarak anlamsız çıkmıştır. 4 günlük zaman aralığının geçmiş koşullu ortalamasının etkisini kısıtladığı düşünülmektedir. Varyans denkleminde, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulları sağlanmaktadır. Oynaklık devamlılığı, BİST30F için 0.94482, BİST30 için 0,942325 bulunmuştur.

Modelde, ARCH etkisini gösteren b_{11} katsayıları istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Hem BİST30 hem de BİST30F için geçmiş oynaklık şoklarının cari oynaklığa etkisi yaklaşık 0.22 olmuştur. Çapraz oynaklık şoklarında da hemen hemen aynı sonuç tespit edilmiştir.

GARCH etkisini temsil eden g katsayıları da, BİST30F ve BİST30 endeksleri için sırasıyla 0.723946 ve 0.719807 bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisine bakıldığında da, katsayının 0.721047 olduğu görülmektedir. Geçmiş koşullu varyansın şimdiki oynaklığı etkileme oranları, D2 dalgacığında da oldukça yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar, literatür ile uyumlu seyretmektedir.

Çizelge 5.17. D3 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	-1.08E-05	2.07E-05	-0.520907	0.6024
ξ_2	-1.15E-05	2.09E-05	-0.547720	0.5839
Varyans Denklemi				
f_{11}	4.02E-07	3.30E-08	12.18600	0.0000
f_{12}	4.02E-07	3.30E-08	12.18597	0.0000
f_{22}	4.06E-07	3.36E-08	12.09353	0.0000
b_{11}	0.249074	0.013723	18.14973	0.0000
b_{12}	0.251917	0.013919	18.09864	0.0000
b_{22}	0.254809	0.014277	17.84720	0.0000
g_{11}	0.678771	0.011915	56.96722	0.0000
g_{12}	0.674850	0.011915	56.63894	0.0000
g_{22}	0.673498	0.012122	55.55928	0.0000

8-16 günlük frekans bandını temsil eden D3 dalgacığının ortalama denklemi de istatistiki olarak anlamsız çıkmıştır. Burada da zaman aralığının kısa olmasından kaynaklı bir kısıt olabileceği değerlendirilmektedir. Varyans denklemiindeki tüm katsayılar ise istatistiki olarak anlamlıdır ve $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşullarını karşılamaktadır. Oynaklık devamlılığı BİST30F için 0.927845, BİST30 için 0.928307 bulunmuştur.

Varyans denklemiindeki sabit terim katsayıları istatistiki olarak anlamlı ve pozitif katsayıdır. Modelde ARCH etkisini gösteren b katsayıları incelendiğinde, BİST30F endeksi için katsayı 0.249074, BİST30'un katsayısı ise 0.254809 çıkmaktadır. Çapraz oynaklık şoklarının katsayısı ise 0.251917 bulunmuştur.

Modelde GARCH etkisini tespit etmeye yaran g katsayılarına bakıldığında, BİST30F endeksi için katsayı 0.678771, BİST30 için 0.673498 olarak hesaplanmıştır. Çapraz oynaklık yayılma etkisi de 0.674850'dir. Sekiz günlük bandı kapsayan D3 frekansında da, çok güçlü oranlarda çapraz oynaklık yayılma etkisi bulunmaktadır.

Çizelge 5.18. D4 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	-7.47E-06	2.91E-05	-0.256476	0.7976
ξ_2	-7.53E-06	2.93E-05	-0.257064	0.7971
Varyans Denklemi				
f_{11}	2.39E-07	2.23E-08	10.73898	0.0000
f_{12}	2.36E-07	2.19E-08	10.80342	0.0000
f_{22}	2.37E-07	2.18E-08	10.84271	0.0000
b_{11}	0.301370	0.017762	16.96711	0.0000
b_{12}	0.302147	0.017611	17.15687	0.0000
b_{22}	0.303737	0.017563	17.29392	0.0000
g_{11}	0.628602	0.014715	42.71767	0.0000
g_{12}	0.628912	0.014342	43.85028	0.0000
g_{22}	0.630312	0.014015	44.97499	0.0000

D4 frekansı, 16 günlük zaman bandını ele almaktadır. D4 frekansı için uygulanan DVECH modelinin ortalama denklemi katsayıları, her iki değişken için istatistiki olarak anlamsızdır. Yaklaşık olarak bir ayın yarısına tekabül eden bu frekans dalgacığında da zamanın kısa olması nedeniyle bu tip bir sonuç bulunduğu değerlendirilmektedir. Bu modelde de, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulları sağlanmaktadır. Oynaklık devamlılığı, BİST30F için 0.929972, BİST30 için 0,934049 hesaplanmıştır.

DVECH modelinin varyans denkleminde, tüm katsayılar istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değer almaktadır. ARCH etkisini gösteren b katsayılarına bakıldığında, BİST30F için katsayı 0.301370 iken, BİST30 için 0,303737 çıkmaktadır. Çapraz oynaklık şoklarının etkisi de ortalama olarak 0.3 katsayı değerini almaktadır.

Modelde GARCH etkisini gösteren g katsayıları, BİST30F için 0.628602, BİST30 için 0.630312 bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisini gösteren g_{12} katsayısı ise 0.628912'dir. D4 dalgacığında da çok güçlü bir çapraz oynaklık yayılma etkisi gözlemlenmektedir.

Çizelge 5.19. D5 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	-0.000204	3.04E-05	-6.721204	0.0000
ξ_2	-0.000210	3.04E-05	-6.897999	0.0000
Varyans Denklemi				
f_{11}	1.36E-07	7.48E-09	18.12531	0.0000
f_{12}	1.31E-07	7.28E-09	17.97316	0.0000
f_{22}	1.28E-07	7.28E-09	17.62844	0.0000
b_{11}	0.375158	0.022532	16.65000	0.0000
b_{12}	0.375157	0.022422	16.73178	0.0000
b_{22}	0.376322	0.022456	16.75816	0.0000
g_{11}	0.501843	0.013093	38.32785	0.0000
g_{12}	0.506425	0.012612	40.15461	0.0000
g_{22}	0.512825	0.012400	41.35723	0.0000

Yaklaşık bir aylık frekans bandına tekabül eden D5 dalgacığı için yapılan DVECH modelinin ortalama denklemi bu defa istatistiki olarak anlamlıdır. Burada, orijinal seriye göre farklı olan durum, katsayılar negatif işaretlidir. Yani, geçmiş koşullu ortalamanın bugünkü getiriye çok zayıf ama negatif yönde etkilediği söylenebilir.

Varyans denkleminde, tüm katsayılar istatistiki olarak anlamlı ve pozitiftir. ARCH ve GARCH katsayıları için beklenen $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulları sağlanmaktadır. Oynaklığın devamlılığı BİST30F için 0.877001, BİST30 için 0.889147 hesaplanmıştır. ARCH etkisini gösteren b katsayıları, BİST30F için 0.375158, BİST30 için 0.376322'dir. Çapraz oynaklık şoklarının yayılmasını gösteren b_{12} katsayısı ise 0.375157'dir. Bir aya denk gelen frekans bandında, hala yüksek bir çapraz oynaklık şokları etkisi gözlemlenmektedir.

GARCH etkisinin izlendiği g katsayıları, orijinal seri ve daha yüksek ölçekli dalgacıklara nazaran biraz daha düşüktür. BİST30F için katsayı 0.501843 iken, BİST30 için 0.512825 bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisi de benzer

şekilde bir seyir izlemektedir ve katsayısı da 0.506425 çıkmıştır. Neredeyse yarı yarıya etki gösteren bir oynaklık yayılımı izlenebilmektedir.

Çizelge 5.20. D6 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	2.88E-06	7.52E-05	0.038325	0.9694
ξ_2	2.88E-06	7.12E-05	0.040480	0.9677
Varyans Denklemi				
f_{11}	7.77E-08	8.24E-09	9.425845	0.0000
f_{12}	7.36E-09	2.18E-09	3.373579	0.0007
f_{22}	7.31E-08	7.99E-09	9.155892	0.0000
b_{11}	0.708474	0.048670	14.55667	0.0000
b_{12}	0.723508	0.037253	19.42171	0.0000
b_{22}	0.738861	0.050051	14.76211	0.0000
g_{11}	0.082171	0.026333	3.120409	0.0018
g_{12}	0.088129	0.015656	5.629183	0.0000
g_{22}	0.094519	0.028381	3.330403	0.0009

Yaklaşık olarak iki aylık bir döneme denk gelen D6 dalgacığının ortalama denklemi incelendiğinde, katsayıların istatistiki olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Pozitif ve çok düşük bir oranda olan katsayıların istatistiki olarak anlamsız olması, Türkiye'de vadeli işlem sözleşmelerinin ikişer aylık olmasından kaynaklanabilir. Vade sonu yaklaşan sözleşmenin oynaklığı azalmakta, fiyatı spot piyasa değerine yakınsamaktadır. Böyle bir durumda, getiri oranlarının da geçmiş koşullu ortalamadan etkilenemeyebileceği düşünülebilir.

Varyans denkleminde, tüm katsayılar pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Modelde, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulları sağlanmaktadır. BİST30F endeksi için oynaklık devamlılığı 0.790645, BİST30 için 0.83338 hesaplanmaktadır.

Modelde ARCH etkisini gösteren b katsayıları, önceki dalgacık sonuçlarından daha yüksektir. BİST30F endeksinin katsayısı 0.708474 iken, BİST30 endeksinin katsayısı 0.738861 bulunmuştur. İki aylık periyotta, endekslerin kendi geçmiş

oynaklık şoklarının, cari oynaklığı önceki dönemlere kıyasla daha fazla etkilediği gözlemlenmektedir. Çapraz oynaklık şoklarının etkisini gösteren b_{12} katsayısı da 0.723508 olarak bulunmuştur. Vade sonunda ortaya çıkan fiyat dalgalanmaları, hem kendi geçmiş oynaklık şoklarını, hem de futures endeks sözleşmesindeki fiyat şoklarını ciddi biçimde yansıtmaktadır.

Modeldeki GARCH etkisini gösteren g katsayılarında ise çok ciddi bir azalma fark edilmektedir. BİST30F endeksinin katsayısı 0.082171 iken, BİST30 endeksinin katsayısı 0.094519'dir. Çapraz oynaklık yayılma etkisini gösteren g_{12} katsayısı da 0.088129 bulunmuştur. Yukarıda da bahsedildiği üzere, Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasasında, vadeli işlem sözleşmelerinin vade uzunluğu iki aydır. D6 dalgacığının iki aylık bir frekansı temsil etmesinden hareketle, vade sonunda oluşan sözleşme fiyatı, spot fiyata yaklaşmakta ve oynaklık azalmaktadır. Bu nedenle, iki piyasa arasında çapraz oynaklığın düşmüş olması ilgili literatüre uygun bir sonuç olmaktadır.

Çizelge 5.21. D7 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	-9.42E-05	1.60E-05	-5.890634	0.0000
ξ_2	-9.54E-05	1.63E-05	-5.842852	0.0000
Varyans Denklemi				
f_{11}	1.19E-08	7.69E-10	15.44110	0.0000
f_{12}	1.19E-08	7.80E-10	15.26655	0.0000
f_{22}	1.22E-08	8.09E-10	15.12666	0.0000
b_{11}	0.467334	0.026054	17.93706	0.0000
b_{12}	0.467013	0.026037	17.93618	0.0000
b_{22}	0.467886	0.026178	17.87355	0.0000
g_{11}	0.428813	0.013701	31.29793	0.0000
g_{12}	0.428251	0.013899	30.81203	0.0000
g_{22}	0.429075	0.014183	30.25222	0.0000

Yaklaşık olarak 4 aylık bir dönemi kapsayan D7 dalgacığının ortalama denkleminde her iki katsayının da istatistiki olarak anlamlı ve negatif olduğu

gözlemlenmektedir. Ancak katsayıların çok düşük değerler almasından hareketle, endeks getirilerinin, kendi geçmiş koşullu ortalamalarından çok az miktarda etkilendiği söylenebilir.

D7 dalgacığı için gerçekleştirilen DVECH modelinin varyans denklemi incelendiğinde, tüm katsayıların istatistiki olarak anlamlı olduğu ve pozitif değer aldıkları görülmektedir. Daha önceki modellerde olduğu gibi, bu modelde de $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulu sağlanmaktadır. Oynaklık devamlılığı, BİST30F endeksi için 0.896147, BİST30 için 0.896961 bulunmaktadır.

Modelde ARCH etkisini inceleyen b katsayıları her bir endeks için incelendiğinde, BİST30F endeksinin katsayısı 0.467334 iken, BİST30 endeksinin katsayısı 0.467886 bulunmuştur. Çapraz oynaklık şoklarına bakıldığı zaman katsayının 0.467886 olduğu gözlemlenmektedir. Yani, endeksler hem kendi geçmiş şoklarından hem de diğer piyasanın geçmiş şoklarından benzer oranda etkilenmektedir.

GARCH etkisinin gözlemlendiği g katsayıları da, b katsayısına yakın değerler göstermektedir. BİST30F endeksinin kendi geçmiş koşullu varyansından etkilenmesini gösteren g_{11} katsayısı 0.428813 iken, BİST30 endeksi için hesaplanan g_{22} katsayısı 0.429075 bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisini gösteren g_{12} katsayısı da 0.428251'dir.

Elde edilen bulgular, her iki endeksin hem kendi geçmiş fiyat şoklarından, hem de kendi geçmiş koşullu varyanslarından benzer oranda etkilendiğini göstermektedir. Buna ek olarak, piyasalar arasındaki şok ve oynaklık yayılma etkilerinin de birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.22. D8 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	-2.86E-05	1.33E-05	-2.154955	0.0312
ξ_2	-2.88E-05	1.34E-05	-2.154852	0.0312
Varyans Denklemi				
f_{11}	4.40E-09	2.41E-10	18.21621	0.0000
f_{12}	4.35E-09	2.36E-10	18.46648	0.0000
f_{22}	4.36E-09	2.34E-10	18.63891	0.0000
b_{11}	0.618168	0.038132	16.21132	0.0000
b_{12}	0.630286	0.038297	16.45779	0.0000
b_{22}	0.645442	0.038669	16.69134	0.0000
g_{11}	0.306427	0.015021	20.39990	0.0000
g_{12}	0.300939	0.014492	20.76552	0.0000
g_{22}	0.298261	0.014114	21.13255	0.0000

D8 dalgacı, yaklaşık olarak sekiz aylık bir dönemi kapsamaktadır. Bu dalgacık için oluşturulan ortalama denklemi, %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Katsayıların işareti negatiftir. Bunun anlamı, endekslerin geçmiş koşullu ortalamalarının getiriye etkisi çok düşüğe olsa negatiftir.

Bu dalgacık için oluşturulan varyans denkleminin katsayılarının tamamı istatistiki olarak anlamlı ve pozitifdir. Her bir endeks için, ARCH ve GARCH etkisini gösteren b ve g parametreleri, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulunu sağlamaktadır. BİST30F endeksi için oynaklık devamlılığı 0.924595 iken, BİST30 için 0.943703 bulunmuştur.

BİST30F endeksi için ARCH etkisini gösteren b_{11} katsayısı 0.618168 bulunmuştur. BİST30 endeksi için b_{22} katsayısı ise 0.645442'dir. Çapraz oynaklık şoklarını gösteren b_{12} katsayısı 0.630286 değerini almaktadır. Bu sonuçlardan hareketle, her iki endeks için de geçmiş şokların cari oynaklığı ciddi oranda etkilediği söylenebilir.

DVECH modelinde GARCH etkisini gösteren katsayılar, BİST30F ve BİST30 endeksleri için sırasıyla 0.306427 ve 0.298261 bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisinin katsayısı ise 0.300939 değerini almaktadır. Yani, her iki endekste de hem kendi geçmiş koşullu varyansları hem de diğer endeksin geçmiş koşullu varyansları cari oynaklıkları üzerinde etki göstermektedir.

Çizelge 5.23. D9 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	5.31E-05	2.24E-05	2.372415	0.0177
ξ_2	6.22E-05	2.27E-05	2.743038	0.0061
Varyans Denklemi				
f_{11}	2.27E-09	9.80E-11	23.13028	0.0000
f_{12}	2.23E-09	9.78E-11	22.77815	0.0000
f_{22}	2.24E-09	9.89E-11	22.62872	0.0000
b_{11}	0.711960	0.045723	15.57120	0.0000
b_{12}	0.715864	0.045744	15.64934	0.0000
b_{22}	0.723766	0.046074	15.70860	0.0000
g_{11}	0.049447	0.012021	4.113372	0.0000
g_{12}	0.053500	0.011807	4.531182	0.0000
g_{22}	0.060525	0.011870	5.099136	0.0000

D9 dalgacığı artık aylık ölçeği geçerek yıllık bazda yorum yapmaya olanak sağlayabilmektedir. D9 dalgacığı yaklaşık olarak bir buçuk yıllık bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bu dalgacık için yapılan DVECH modelinin ortalama denkleminde, her iki katsayı da istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değere sahiptir. Katsayıların değeri, daha önceki dalgacıklarda olduğu gibi çok düşüktür. Buna rağmen, sonuç olarak düşük de olsa geçmiş koşullu ortalamanın etkisi olduğu söylenebilir.

D9 dalgacığının varyans denkleminde ait katsayıların tamamı, istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değer almaktadır. Denklemden ARCH ve GARCH etkisini gösteren katsayılar, $b+g>0$ ve $b+g<1$ koşulunu sağlamaktadır. Oynaklık devamlılığını da gösteren durağanlık koşulu, BİST30F endeksi için 0.761407, BİST30 için 0.784291 bulunmuştur.

Varyans denkleminde elde edilen ve ARCH etkisini gösteren b katsayısı, BİST30F endeksi için 0.711960 iken, BİST30 için 0.723766 olmaktadır. Çapraz oynaklık şoklarını gösteren b_{12} katsayısı ise 0.715864 bulunmuştur. Bir buçuk senelik ölçekte, geçmiş şokların cari oynaklık üzerinde çok ciddi biçimde etki gösterdiği gözlemlenmektedir.

GARCH etkisinin izlendiği g katsayıları, D9 dalgacığında ciddi biçimde azalmıştır. BİST30F endeksi için katsayı 0.049447 iken, BİST30 için 0.060525'dir. Çapraz oynaklık yayılma etkisi ise, 0.053500 bulunmuştur. D9 dalgacığı için ortaya çıkan sonuçlar, vadesi gelmiş sözleşmelerle benzer bir yapıya sahiptir. Bu sonucun nedenleri hakkında net bir şey söylemek için erken olduğu değerlendirilmektedir. Diğer yıllık değişimlerin de sonuçları ile birlikte, bir bütün olarak değerlendirmenin daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 5.24. D10 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	1.81E-05	7.71E-06	2.350829	0.0187
ξ_2	2.65E-05	7.80E-06	3.397699	0.0007
Varyans Denklemi				
f_{11}	5.50E-10	2.34E-11	23.52370	0.0000
f_{12}	5.42E-10	2.34E-11	23.15721	0.0000
f_{22}	5.51E-10	2.40E-11	22.97971	0.0000
b_{11}	0.744511	0.048558	15.33236	0.0000
b_{12}	0.748418	0.048545	15.41690	0.0000
b_{22}	0.755820	0.048738	15.50794	0.0000
g_{11}	0.036736	0.011664	3.149465	0.0016
g_{12}	0.038048	0.011891	3.199809	0.0014
g_{22}	0.040572	0.012115	3.348837	0.0008

D10 dalgacığı, üç yıla yakın bir süreyi kapsamaktadır. Ortalama denklemine göre, her iki piyasanın da geçmiş koşullu ortalamalarının şimdiki getiri üzerindeki etkileri istatistiki olarak anlamlıdır. Diğer modellerde olduğu gibi, bu modelde de

etki çok düşük olmakla birlikte, BİST30'un geçmiş koşullu ortalamasının etkisi daha fazladır.

D10 dalgacığı için yapılan DVECH modelinin varyans denkleminde yer alan katsayıların tamamı istatistiki olarak anlamlı ve pozitiftir. Bir önceki dalgacık modelinde olduğu gibi, bu dalgacık modelinde de ARCH etkisine ait katsayılar artış gösterirken, GARCH katsayılarında azalış gözlenmektedir. Bu iki katsayının toplamı sıfırdan büyük, birden küçüktür. Yani, pozitiflik ve durağanlık koşulu sağlanmaktadır. Durağanlık koşuluyla aynı anlama da gelen oynaklık devamlılığı, BİST30F için 0.781247, BİST30 için 0.796392 olarak hesaplanmıştır.

Modelde ARCH etkisini gösteren b katsayıları istatistiki olarak anlamlı, pozitif ve çok güçlü bir etki göstermektedir. Şöyle ki, BİST30F endeksinin ARCH etkisini gösteren b_{11} katsayısı 0.744511, BİST30 endeksinin ARCH etkisini gösteren b_{22} katsayısı ise 0.755820 çıkmaktadır. İki piyasa endeksi arasındaki çapraz şokların yayılma etkisini gösteren b_{12} katsayısı ise 0.748418 bulunmuştur. Şu ana kadar incelenen modeller içerisinde 2 aylık zaman dilimini kapsayan D6 dalgacığı ile D10 dalgacığının sonuçları birbirine yakın bulunmuştur. Buna ek olarak, ölçek azaldıkça ARCH etkisinin artış gösterdiği de gözlemlenmektedir.

BİST30F ve BİST30 değişkenlerinden türetilen D10 dalgacığı için yapılan DVECH modelinin GARCH katsayılarına bakıldığında, BİST30F endeksi için 0.036736, BİST30 endeksi için 0.040572 değerleri bulunmuştur. Çapraz oynaklık yayılma etkisini gösteren g_{12} katsayısı ise 0.038048'dir. Daha net ifadelerle, her iki piyasa için de geçmiş koşullu şartlı varyansların şimdiki oynaklığa etkileri pozitif işaretli ama diğer dalgacıklara kıyasla düşüktür. ARCH etkisinin tersine, ölçek ile GARCH katsayıları arasında, göreceli olarak aynı yönlü bir ilişki vardır denilebilir.

Çizelge 5.25. D11 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	1.88E-06	4.26E-06	0.440784	0.6594
ξ_2	1.95E-06	1.15E-05	0.169899	0.8651
Varyans Denklemi				
f_{11}	1.10E-10	7.63E-12	14.45593	0.0000
f_{12}	3.05E-11	2.88E-12	10.60267	0.0000
f_{22}	1.08E-10	8.18E-12	13.21647	0.0000
b_{11}	0.763745	0.010326	73.96044	0.0000
b_{12}	0.777606	0.001134	685.9003	0.0000
b_{22}	0.775672	0.010463	74.13814	0.0000
g_{11}	0.002359	0.012735	0.185222	0.8531
g_{12}	0.002019	0.009494	0.212657	0.8316
g_{22}	0.000985	0.011001	0.089528	0.9287

Son olarak, tüm seriyi kapsayan D11 dalgacığı ele alınmıştır. D11 dalgacığına ait ortalama denklemi, istatistiki olarak anlamsızdır. Katsayılar pozitif değer almasına karşın, istatistiki olarak geçmiş koşullu ortalamaların cari getiri oranı üzerinde herhangi bir etkisi gözlemlenememiştir.

Varyans denkleminde ise, sabit terim ve ARCH etkisini gösteren katsayılar istatistiki olarak anlamlı iken, GARCH etkisini gösteren g katsayılarının tamamı istatistiki olarak anlamsızdır. $0 < b + g < 1$ koşulları sağlanmaktadır. BİST30F için oynaklık devamlılığı 0.766104, BİST30 için 0.776657 bulunmuştur.

D11 dalgacığında BİST30F endeksi için ARCH katsayısı 0.763745, BİST30 endeksi için 0.775672 bulunmuştur. Çapraz oynaklık şokları için bulunan katsayı ise 0.777606'dır. Bu sonuçlara göre, her iki endekste de cari oynaklık, geçmiş dönem şoklardan ciddi oranda etkilenmektedir.

GARCH etkisini ölçen katsayılar, hem BİST30F hem de BİST30 endeksleri için anlamsız bıkılmaktadır. Bu kadar uzun bir zaman aralığında oynaklık yayılma etkisinin bulunmaması, literatürle örtüşen bir sonuçtur. Vadeli işlem sözleşmelerinin

vadesi ve birçok dışsal etmen, oynaklık yayılma etkisinin uzun dönemde ortadan kalkmasına neden olabilmektedir.

Çizelge 5.26. A1 DVECH sonuçları.

	Katsayı	Std. Hata	Z İstatistiği	Prob.
Ortalama Denklemi				
ξ_1	0.000147	1.83E-06	80.29740	0.0000
ξ_2	0.000149	1.92E-06	77.48838	0.0000
Varyans Denklemi				
f_{11}	2.48E-11	9.73E-13	25.54662	0.0000
f_{12}	2.41E-11	9.67E-13	24.94927	0.0000
f_{22}	2.50E-11	1.00E-12	24.93763	0.0000
b_{11}	0.782585	0.045337	17.26169	0.0000
b_{12}	0.772016	0.044699	17.27134	0.0000
b_{22}	0.763759	0.044250	17.25992	0.0000
g_{11}	0.042784	0.010153	4.213958	0.0000
g_{12}	0.047570	0.010340	4.600414	0.0000
g_{22}	0.054602	0.010623	5.140099	0.0000

Son olarak, detay dalgacıklarının içermediği özellikleri bünyesinde bulunduran yaklaşım dalgacığı ele alınmıştır. Yaklaşım dalgacığının ortalama denklemindeki katsayıların tamamı istatistiksel olarak anlamlıdır. Katsayıların işareti pozitif olmasına rağmen değerleri küçüktür. Hem BİST30 hem de BİST30F endekslerinin geçmiş koşullu ortalamaları, getiri üzerinde ufak ta olsa pozitif bir etkiye sahiptir.

Varyans denklemine bakıldığında, tüm katsayılar istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değerlere sahiptir. ARCH ve GARCH etkilerini gösteren b ve g katsayılarının toplamı sıfırdan büyük ve bir'den küçüktür. Oynaklık devamlılığı, BİST30F endeksi için 0.825369, BİST30 endeksi için 0.818361'dir.

Yaklaşım dalgacığı için gerçekleştirilen DVECH modelinde, BİST30F için ARCH etkisini gösteren b_{11} katsayısı 0.782585 iken, BİST30 için bulunan katsayı 0.763759'dir. Çapraz oynaklık şoklarını gösteren b_{12} katsayısı ise 0.772016

bulunmuştur. Yaklaşım dalgacığında da, her iki piyasa için geçmiş şokların cari oynaklık üzerindeki etkileri oldukça yüksektir. Bir piyasada ortaya çıkan şokun, diğer piyasaya yayılımını gösteren katsayı da oldukça etkili bulunmuştur.

GARCH etkisini gösteren katsayılar ise, BİST30F endeksi için 0.042784. BİST30 için 0.054602 çıkmaktadır. Çapraz oynaklık yayılma etkisini gösteren g_{12} katsayısı ise 0.047570 bulunmuştur. Bu sonuçlardan hareketle, hem BİST30 endeksi hem de BİST30F endeksinin oynaklıkları, kendi geçmiş koşullu varyanslarından düşükte olsa etkilenmektedir. Oynaklık yayılma etkisi de benzer bir seyir izlemektedir. Bir piyasanın geçmiş koşullu varyansı, diğer piyasanın cari oynaklığını etkilemektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Finansal piyasalar, bünyelerinde yer alan birçok farklı enstrüman ile yatırımcılara kar etme, risklerden korunma, spekülasyon ve arbitraj yapma olanağı sağlamaktadır. Özellikle türev ürünlerin yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte, yatırımcılar çok daha esnek yatırım yapma imkanına ulaşmışlardır. Türev piyasalarda, emtia, döviz, altın, endeks ve faiz gibi ürünler işlem görebilmektedir. Sözleşmeye dayanak olan varlığın gelecekteki fiyatıyla ilgili beklenti, bu piyasada fiyat oluşumunu belirleyen en önemli unsurdur. Özellikle, gelişmiş olan piyasalarda vadeli işlem sözleşmesinde belirlenen fiyatın spot piyasadaki fiyat oluşumuna da öncü olabileceği, literatürde birçok çalışmada ifade edilmektedir. Vadeli işlem sözleşmesinin vade tarihinin yaklaşmasıyla birlikte oynaklığının da azalması beklenmektedir.

Çalışmada ele alınan örnek olması nedeniyle, endeks vadeli işlem sözleşmeleri daha fazla dikkat çeken ürün konumundadır. Borsada işlem gören bir hisse senedi türev piyasada alınıp satılabilir. Böyle bir durumda, hisse senedinin vadeli işlem sözleşmesinin vade tarihindeki fiyatı spot piyasadaki fiyatı için de belirleyici olacaktır. Literatürde, vadeli işlem piyasasının spot piyasayı etkilediği görüşü hakimdir. Bu nedenle çalışmada, vadeli işlem piyasasından hisse senedi piyasasına doğru oynaklık yayılma etkisi ele alınmıştır.

Dünyada haberleşme ve ulaşım alanlarında yaşanan hızlı gelişme, kaçınılmaz olarak finansal piyasaları da etkisi altına almıştır. İnternetin yaygınlaşması ile birlikte, birçok ülkenin borsaları da elektronik sisteme geçmiştir. Böylece, dünyanın herhangi bir yerinden zahmetsiz ve maliyetsiz bir şekilde yatırım yapma imkanı ortaya çıkmıştır. Bilgiye hızlı ve kolay erişimin sağladığı faydalardan bir diğeri de, dünyada herhangi bir piyasada işlem yapan bir kişinin, avantajlı başka bir piyasa görmesi durumunda, mevcut piyasadan hemen çıkarak yeni piyasaya geçiş yapabilmesidir. Bu ve benzeri durumlar, tüm dünyadaki finansal piyasaların birbirine entegre hale gelmesine neden olmuştur. Özellikle döviz kurunun tüm Dünya'da küresel bir alışveriş mekanizmasının en temel çarkı olması da göz önüne alınırsa, bir ülkede yaşanan olumsuzluğun döviz kuru aracılığıyla diğer piyasaları da etkileyebileceği aşıkardır.

Yukarıda anlatılanlara benzer şekilde, vadeli işlem piyasasında ya da hisse senedi piyasasında yaşanabilecek herhangi bir gelişmenin de bu iki piyasa arasında bir etkileşim gerçekleştirebileceği unutulmamalıdır. Vadeli işlem piyasasındaki fiyatların spot piyasa fiyatları üzerinde bir etkisinin olacağı beklenmektedir. Fiyat değişimlerindeki etkileşim gibi, oynaklıklar arasında da etkileşim bulunmaktadır. Bu etkileşimi ortaya koyabilmek için tezde çok değişkenli GARCH modellerinden birisi olan DVECH-GARCH modeli kullanılmıştır.

Bu tez diğer çalışmalardan farklı olarak, serilerin sadece zaman boyutunu ele alan zaman serileri dışında, serilerin hem zaman hem de frekans boyutunu ele alan dalgacıklar teorisinden faydalanılmıştır. Dalgacıkların temeli olarak kabul edilen Fourier dönüşümü, serilerin sadece frekans boyutunu dikkate alıp zaman boyutunu göstermemektedir. Dalgacık teorisi ise, serilerin hem zaman hem de frekans boyutunu incelemeye imkan vermektedir. Dalgacık dönüşümü, kendi içerisinde üçe ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, sürekli dalgacık dönüşümü, ikincisi kesikli dalgacık dönüşümü, sonuncusu ise azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümüdür. Bu tezde, azami çakışık kesikli dalgacık dönüşümü kullanılmış, filtre olarak Deabuchies1 dalgacığı seçilmiştir. Gözlem sayısından hareketle, serilerin 11 detay ve 1 yaklaşım dalgacığına ayrılmasına karar verilmiştir.

Türkiye’de, türev piyasa ve hisse senedi piyasası arasındaki oynaklık yayılma etkisinin incelenmesini amaçlayan bu tezde, BİST30 endeksinin günlük kapanış verileri ile BİST30 endeks vadeli işlem sözleşmelerinin (BİST30F) gün sonu anlaşma fiyatı verileri kullanılmıştır. Her iki seri için de getiri oranı hesaplanmış ve analizde getiri oranı kullanılmıştır. Çalışma dönemi, 05/01/2007-27/09/2017 tarihleri arasını kapsamaktadır.

Çalışmanın analizi yapılmadan önce, hem orijinal seriler için hem de dalgacıklara ayrılmış seriler için betimleyici istatistikler ve tanısal testler yapılmıştır. Çıkan sonuçlar, her iki serinin de sabit varyansa sahip olmadığını, birim kök içermediklerini ve ARCH etkisi gösterebileceklerini ortaya koymaktadır. Dalgacıklara ayrılmış serilerin frekansları arasındaki korelasyon ise gayet yüksek çıkmıştır. Bunun anlamı, iki seri de tüm frekans bantlarında senkronize şekilde hareket etmektedirler. Bu sonuç, Kang vd. (2013)’nin çalışma sonuçlarını destekler

niteliktedir. Çok değişkenli GARCH modellerinden hangisinin seçilmesi gerektiğini bulmak için, en düşük bilgi kriteri ve en yüksek olabilirlik değerlerine bakılmıştır. En uygun model olarak DVECH-GARCH modeli seçilmiştir.

Oynaklık yayılma etkisini tespit edebilmek için gerçekleştirilen DVECH-GARCH analizi sonuçlarına göre, ortalama denklemindeki katsayılar frekanslara göre değişkenlik göstermekle birlikte, genelde pozitif bulunmuştur. Bu sonuç, Magkonis ve Tsouknidis (2017)'in çalışmalarında elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Orijinal seriler için gerçekleştirilen analizde ise ortalama denklemi istatistiksel olarak anlamlı ama katsayıları düşük çıkmıştır. Yani serilerin geçmiş koşullu ortalamalarından kaynaklı yayılma etkisi düşük de olsa pozitifdir. D5, D7, D8, D9, D10 ve A1 dalgacıklarında da benzer sonuçlar tespit edilirken D1, D2, D3, D4, D6 ve D11 dalgacıklarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Dalgacıkların temsil ettiği frekanslar dikkate alınarak bu ilişki izah edilecek olursa, yüksek frekans dilimlerine sahip olan dalgacıklarda ortalama denklemi istatistiki olarak anlamlı sonuç verirken kısa zaman dilimlerine sahip frekans bantlarında ise istatistiki olarak anlamsız sonuçlar vermektedir. Bu durum, kısa zaman dilimlerinde geçmiş koşullu ortalamaların etkisinin kısıtlı olduğunu göstermektedir.

Varyans denklemine bakıldığında ise, D11 dalgacığının GARCH etkisini gösteren katsayılar haricinde tüm katsayıların istatistiki olarak anlamlı ve pozitif olduğu gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları, frekans yükseldikçe GARCH etkisinin azaldığını, ARCH etkisinin ise arttığını göstermektedir. Piyasaların hem kendi geçmiş şoklarından hem de diğer piyasanın şoklarından etkilenme oranı ise birbirine çok yakın çıkmaktadır. Benzer şekilde, kendi geçmiş koşullu varyansından ve diğer piyasanın geçmiş koşullu varyansından etkilenme oranları da birbirine çok yakındır. Yani piyasalar arasındaki oynaklık yayılma etkisi, kendi geçmiş oynaklıklarının etkisiyle nerdeyse aynıdır. Türev sözleşmelerinin vadesine denk gelen frekansta, literatürden elde edilen sonuçlara benzer şekilde oynaklık oldukça düşmektedir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde değerlendirilebilir. İlk olarak, serilerin hem orijinal hem de dalgacıkları için aynı yöntem uygulanmış, dalgacık teorisi ile elde edilen serilerin orijinal serilere göre daha güçlü olabilirlik ve bilgi kriterlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yani, dalgacık teorisi finansal

serilerde oynaklık yayılma etkisini tespit etmede kullanılabilecek iyi bir yöntemdir. İkinci olarak, frekans arttıkça, yani zaman aralığı yükseldikçe, serilerin geçmiş şoklarından daha fazla etkilendiği ve vadeli işlem piyasasından hisse senedi piyasasında güçlü bir şok yayılma etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü olarak, frekans arttıkça piyasaların geçmiş oynaklıklarının ve oynaklık yayılma etkisinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Oynaklığın devamlılığını gösteren katsayılar da neredeyse tüm dalgacıklarda ve orijinal serilerde gayet yüksek bulunmuştur. Oynaklığın uzun vadede devam ettiği ancak öngörülebilir sınırlar içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç, oynaklığın istikrarlı bir şekilde devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Analiz sonuçlarının tamamı kapsamlı bir şekilde incelendiğinde, türev piyasa işlemlerinin spot piyasa oynaklığını artırdığı gözlemlenmektedir. Literatürde yer alan önermeler de dikkate alınarak, Türkiye’de türev piyasalarda işlem yapan yatırımcıların piyasa hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu nedenle de spot piyasa oynaklığının da türev piyasa oynaklığından etkilendiği söylenebilir. Spot piyasaların kendi geçmiş oynaklıklarından etkilendiği kadar türev piyasaların geçmiş oynaklıklarından da etkilenmesi, bu sonucun ortaya çıkmasının en önemli göstergesi konumundadır. Literatürde yer alan önermelerin tersine, Türkiye’de türev işlemlerin fiyat istikrarını sağlamada hala yetersiz kaldığı gözlemlenmektedir.

Özellikle, Türkiye gibi finansal piyasa derinliğini tam olarak yakalayamamış ülkeler için oynaklığın düşürülmesi ve piyasa derinliğinin sağlanması, borsaların daha güvenli hale gelmesini sağlayacaktır. Türev piyasalarda da benzer şekilde bilgili ve profesyonel yatırımcıların bulunması piyasa derinliğini artıracak ve türev piyasaların fiyat belirleyici olma özelliğine kavuşmasına yardım edebilecektir. Fiyatların öngörülebilir olması da, ülkedeki fiyat istikrarına katkı sağlayacaktır. Bu amaçla, hisse senedi ve türev piyasalar konusunda insanların bilinçlendirilmesine yönelik çalışmaların yapılması, profesyonel yatırım danışmanlarının oluşturulması, Türkiye’de finansal piyasaların daha etkin hale getirilmesine yardımcı olabilecektir.

Bu tez çalışması yapılırken karşılaşılan en önemli kısıt, literatürde spot piyasalar ve türev piyasalar arasındaki oynaklık yayılma etkisini inceleyen

Çalışmaların az olması olmuştur. Özellikle de, dalgacık yöntemi uygulanarak yapılmış herhangi bir çalışmanın olmaması, analiz sonuçlarının karşılaştırmalı bir şekilde incelenmesine olanak sağlamamıştır. Bu tezde kullanılan yöntem ve elde edilen sonuçlar ışığında, farklı ülkeler ve farklı piyasalar arasında oynaklık yayılma etkisini inceleyecek çalışmaların yapılması literatürü daha zengin hale getirebilecektir. Özellikle, yeterli derinliğe ulaşmış ve gelişmekte olan piyasalarda bu ilişkinin incelenmesi, türev piyasaların etkinliğinin gözlemlenebilmesi açısından yararlı olabilecektir.



KAYNAKÇA

- Abdullah**, Ahmad M., Buerhan Saiti, ve Mansur Masih. "The impact of Crude oil Price on Islamic Stock Indices of South East Asian countries: Evidence From MGARCH-DCC and Wavelet Approaches" **Borsa İstanbul Review** 4, no. 16 (2016): 219-232.
- Aghion**, P., ve A. Banerjee. **Volatility and Growth**. 1. Baskı. New York: Oxford University Press, 2005.
- Ağır**, Hüseyin, "Türkiye'de Finansal Liberalizasyon ve Finansal Gelişme İlişkisinin Ekonometrik Analizi", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD, Yayınlanmış Doktora Tezi, Aydın, (2009)
- Aizenman**, Joshua, ve Brian Pinto. **Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide**. New York: Cambridge University Press, 2005.
- Akbulak**, Yavuz. "TTK Işığında Anonim Şirketlerde Pay Senetleri." **Ankara Barosu Dergisi**, no. 1 (2016): 505-523.
- Akel**, Veli. **Kriz Dönemlerinde Finansal Piyasalar Arasındaki Oynaklık Yayılma Etkisi**. Ankara: Detay Yayıncılık, 2011.
- Albayrak**, Ali S. "Değişen Varyans Durumunda En Küçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Ağırlıklı Regresyon Analizi ve Bir Uygulama." **Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi** 10, no. 2 (2008): 111-134.
- Alkan**, Gönül. **Finansal Piyasalar ve Kurumlar**. Ankara: Detay Yayıncılık, 2015.
- Aloui**, C., B. Hkiri, M.C.K. Lau, ve L. Yarovaya. "Information Transmission Across Stock Indices and Stock Index Futures: International Evidence Using Wavelet Framework." **Research in International Business and Finance**, 2017: 1-11.
- Alpan**, Fulya. **Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar**. İstanbul: Literatür yayınları, 1999.
- Altunöz**, Utku. "Türkiye'de Enflasyon, Büyüme Ve Finansal Derinleşme İlişkisinin Ampirik Analizi." **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi** 3.2 (2013): 175-194.
- Anbar**, Adem, "Osmanlı İmparatorluğu'nun Avrupa'yla Finansal Entegrasyonu: 1800-1914", **Maliye Finans Yazıları**, 23(84), (2009), s. 17-37
- Andersen**, Torben G., ve Tim Bollerslev. "Intraday Periodicity and Volatility Persistence in Financial Markets." **Journal of Empirical Finance**, no. 4 (1997): 115-158.

- Antoniou, A., ve P. Holmes.** "Futures Trading, Information and Spot Price Volatility: Evidence for the FTSE-100 Stock Index Contract using GARCH." **Journal of Banking & Finance**, no. 19 (1995): 117-129.
- Arak, M.A., E.L. Goodman, ve A. Silver.** "Interest Rate Swaps: An Alternative Explanation." **Financial Management** 17, no. 2 (1988): 12-18.
- Arı, Niyazi, Şükrü Özen, ve Ömer H. Çolak.** **Dalgacık Teorisi (Matlab Uygulamaları İle).** Ankara: Palme Yayıncılık, 2008.
- Ariel, Robert A.** "A Monthly Effect in Stock Returns." **Journal of Financial Economics Sayı 18**, 1987 : 161-174.
- Atakan, Tülin.** "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda haftanın günü etkisi ve Ocak ayı anomalilerinin ARCH-GARCH modelleri ile test edilmesi ." **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 2008: 98-110.
- Atan, Sibel Duman, Zeynel Abidin Özdemir, ve Murat Atan.** "Hisse Senedi Piyasasında Zayıf Formda Etkinlik: İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma." **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2009: 33-48.
- Ayaz, Nevin.** **Alım Satım Opsiyonlarında Black Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli Uygulanması ve Duyarlılık Analizi.** Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Finansman ABD Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Ayrıçay, Yücel.** "Türev Piyasaların Gelişmekte Olan Piyasalara Olası Etkileri." **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, no. 5 (2003): 1-19.
- Baba, Yoshi, Robert F. Engle, Dennis F. Kraft, ve Kenneth F. Kroner.** **Multivariate Simultaneous Generalized ARCH.** Unpublished Manuscript, San Diego: University of California, 1991.
- Bae, S.C., T.H. Kwon, ve J.W. Park.** 1"Futures Trading, Spot Market Volatility and Market Efficiency: The Case of the Korean Index Futures Markets." **The Journal of Futures Markets** 24, no. 12 (2004): 1195-1228.
- Baklacı, H., ve H. Tutek.** "The Impact of the Futures Market on Spot Volatility: An Analysis in Turkish Derivatives Markets." **Computational Finance and its Applications**, no. 43 (2006): 237-246.
- Bandivadekar, Snehal, ve Saurabh Ghosh.** "Derivatives and Volatility on Indian Stock Markets." **Reserve Bank of India Occasional Papers Sayı: 24 No: 3**, 2003: 187-201.
- Banks, Erik.** **The Credit Risk of Complex Derivatives.** 2. Baskı. New York: Palgrave Macmillan, 1997.

- Banz**, R.W., ve W.J. Breen. "Sample-Dependent Results Using Accounting and Market Data: Some Evidence." **The Journal of Finance** 4, no. 41 (1986): 779-793.
- Banz**, Rolf W. "The Relationship Between Return and Market Value of Common Stock." **Journal of Financial Economics**, *Sayı 9*, 1981: 3-18.
- Barbee**, W.C., S. Mukherji, ve G.A. Raines . "Do Sales-Price and Debt Equity Explain Stock Returns Better than Book-Market and Firm Size?" **Financial Analysts Journal** 52, no. 2 (1996): 56-60.
- Basu**, S. "Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis." **The Journal of Finance**, 1977: 663 - 682.
- Baumöhl**, Eduard, Evzen Kocenda, Stefan Lyocsa, ve Tomas Vydrost. "Networks of Volatility Spillovers Among Stock Markets." **Physica A**, 2017: 1555-1574.
- Berdiev**, A.N., ve C. Chang. "Business Cycle Synchronization in Asia-Pacific: New Evidence from Wavelet Analysis." **Journal of Asian Economics**, no. 37 (2015): 20-33.
- Bicksler**, J, ve A.H. Chen. "An Economic Analysis of Interest Rate Swaps." **Journal of Finance**, no. 41 (1986): 645-655.
- Bircan**, Hüdaverdi, ve Yalçın Karagöz. "Box-Jenkins Modelleri ile Aylık Döviz Kuru Tahmini Üzerine Bir Uygulama." **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, no. 6 (2003): 49-62.
- BİST**. *Borsa İstanbul*. 14 08 2017. <http://www.borsaistanbul.com/endeksler> (erişildi: 08 14, 2017).
- Black**, Fischer, ve Myron Scholes. "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." **Journal of Political Economy** *Sayı:81*, 1973: 637 - 654.
- Board**, J., G. Sandmann, ve C. Sutcliffe. "The Effect of Futures Market Volume on Spot Market Volatility." **Journal of Business Finance & Accounting** 7, no. 28 (2001): 799-819.
- Bohl**, M.T., J. Diesteldorf, C.A. Salm, ve B. Wilfling. "Spot Market Volatility and Futures Trading: The Pitfalls of Using a Dummy Variable Approach." **The Journal of Futures Markets** 20, no. 10 (2015): 1-16.
- Bollen**, N.P.B. "A Note on the Impact of Options on Stock Return Volatility." **Journal of Banking & Finance**, no. 22 (1998): 1181-1191.
- Bollerslev**, Tim. "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity." **Journal of Econometrics**, no. 31 (1986): 307-327.

- Bollerslev**, Tim, Robert F. Engle, ve Jeffrey M. Wooldridge. "A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances." **Journal of Political Economy** 1, no. 96 (1988): 116-131.
- Bologna**, P., ve L. Cavallos. "Does the Introduction of Stock Index Futures Effectively Reduce Stock Market Volatility? Is the 'Futures Effect' Immediate? Evidence from the Italian Stock Exchange Using GARCH." **Applied Financial Economics**, no. 12 (2002): 183-192.
- Booth**, Geoffrey G., Raymond W. So, ve Yiuman Tse. "Price Discovery in the German Equity Index Derivatives Markets." **The Journal of Futures Markets** 6, no. 19 (1999): 619-643.
- Boubaker**, Heni, ve Syed Ali Raza. "A Wavelet Analysis of Mean and Volatility Spillovers Between Oil and BRICS Stock Markets." **Energy Economics**, no. 64 (2017): 105-117.
- Bouoiyour**, J., ve R. Selmi. "Exchange Volatility and Export Performance in Egypt: New Insights from Wavelet Decomposition and Optimal GARCH Model." **The Journal of International Trade & Economic Development** 24, no. 2 (2015): 201-227.
- Brandwood**, David. **Fourier Transforms in Radar and Signal Processing**. 1. Baskı. Londra: Artech House, 2003.
- Brooks**, Chris. **Introductory Econometrics for Finance**. 2. Baskı. New York: Cambridge University Press, 2008.
- Burrus**, C. Sidney, Ramesh A. Gopinath, ve Haitao Guo. **Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms**. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.
- Butler**, Cormac. **Mastering Value at Risk, A Step-By-Step Guide to Understanding and Applying Var**. Londra: Financial Times Pitman Publishing, 1999.
- Butterworth**, Darren. "The Impact of Futures Trading on Underlying Stock Index Volatility: The Case of the FTSE Mid 250 Contract." **Applied Economics Letters**, no. 7 (2000): 439-442.
- Calado**, J.P.T., M.T.M. Garcia, ve S.E.T.M. Pereira. "An Empirical Analysis of the Effects of Options and Futures Listing on the Underlying Stock Return Volatility: The Portuguese Case." **Applied Financial Economics**, no. 15 (2005): 907-913.
- Caporale**, Guglielmo M., Nikitas Pittis, ve Nicola Spagnolo. "IGARCH models and structural breaks." **Applied Economics Letters**, no. 10:12 (2003): 765-768.
- Carmona**, Rene, Wen-Liang Hwang, ve Bruno Torresani. **Practical Time-Frequency Analysis: Gabor and Wavelet Transforms with an Implementation in S**. San Diego: Academic Press, 1998.

- Cebe, Mustafa. Türev Piyasalarda VAR Yöntemiyle Risk Yönetimi.** Yayınlanmış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa: Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.
- Ceylan, Ali, ve Turhan Korkmaz. İşletmelerde Finansal Yönetim.** Bursa: Ekin Basım Yayın, 2008.
- Chambers, Nurgül. Türev Piyasalar.** İstanbul: Beta Basım yayın, 4. Baskı, 2012.
- Chance, Don M. Introduction to Options and Futures.** Orlando: The Druden Press, 1989.
- Chang, Eric C., Joseph W. Cheng, ve J.M. Pinegar.** “Does Futures Trading Increase Stock Market Volatility? The Case of the Nikkei Stock Index Futures Markets.” **Journal of Banking & Finance**, no. 23 (1999): 727-753.
- Chatrath, A., F. Song, ve B. Adrangi.** “Futures Tradin Activity and Stock Price Volatility: Some Extansions.” **Applied Financial Economics**, no. 13 (2003): 655-664.
- Chen, H., Q. Han, Y. Li, ve K. Wu.** “Does Index Futures Trading Reduce Volatility in the Chinese Stock Market? A Panel Data Evaluation Approach.” **The Journal of Futures Markets** 12, no. 33 (2013): 1167-1190.
- Cheng, Xian, Ji Wu, ve Stephen S. Liao.** “A Study of Contagion in the Financial System From the Perspective of Network Analytics.” **Neurocomputing**, no. 264 (2017): 42-49.
- Chiang, M., ve C. Wang.** “The Impact of Futures Trading on Spot Index Volatility: Evidence from Taiwan Index Futures.” **Applied Economics Letters**, no. 9 (2002): 381-385.
- Christie, A.A.** “The Stochastic Behavior of Common Stock Variances; Value, Leverage and Interest Rate Effects.” **Journal of Financial Economics**, no. 10 (1982): 407-432.
- Cox, John, Stephen A. Ross, ve Mark Rubinstein.** “Option Pricing: A Simplified Approach.” **Journal of Financial Economics**, 1979: 229-263.
- Cross, Frank.** “The Behavior of Stock Prices on Fridays and Mondays.” **Financial Analysts Journal** 6, no. 29 (1973): 67-69.
- Cvitanic, Jaksa, ve Fernando Zapatero. Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets.** Londra: MIT Press, 2004.
- Çelik, İsmail. Vadeli İşlem Piyasasında Fiyat Keşfi İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında Ampirik Bir uygulama.** İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği, 2012.

- Çelik, Tankut Taner. Etkin Piyasa Hipotezi ve Gelişmekte Olan Hisse Senedi Piyasalarında Eşhareketlilik.** İstanbul: İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmış Doktora Tezi, 2007.
- Çevik, E.İ., ve M. Pekkaya.** “Spot ve Vadeli İşlem Fiyatlarının Varyansları Arasındaki Nedensellik Testi.”**Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**22, no. 2 (2007): 49-66.
- Çifter, Atilla. Dalgacık Bazlı Uç Değer Teorisi ile Parametrik Olmayan Oynaklık Modellemesi.** Yayınlanmış Doktora Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı Ekonometri Bilim Dalı, 2010.
- Çiloğlu, Tuğçe. İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında Hisse Senedine Dayalı Futures işlemlerinin Spot Piyasa Etkinliğine Katkısı: İMKB 30 Endeksi İçin Bir Uygulama.** İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- Çoşkun, İnci Oya. Türkiye Turizm Endüstrisinde Talep Oynaklıklarının Çok Değişkenli GARCH (MGARCH) Modelleri İle Analizi.** Yayınlanmış Doktora Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD, 2011.
- Daigler, Robert T. Financial Futures And Options Markets: Concepts and Strategies.** New York: Harper Collins College Publish, 1994.
- Daubechies, Ingrid. Ten Lectures on Wavelets.**6. Baskı. Philadelphia: SIAM, 1999.
- Dawson, Paul, ve Sotiris K. Staikouras.** “The Impact of Volatility Derivatives on S&P 500 Volatility.”**The Journal of Futures Markets** 12, no. 29 (2009): 1190–1213.
- Debasish, S.S., ve B. Das.** “An Econometric Study on Impact of Futures Trading On the Stability of Stock Index in India.”**International Journal of Business and Management**3, no. 12 (2008): 70-80.
- Demireli, E., E. Gülmez, ve G.C. Akkaya.** “Vadeli ve Spot Kurlar Arasındaki Nedensellik İlişkisi: İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Üzerine bir Uygulama.”**Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi** 27, no. 27 (2015): 325-334.
- Down, R.** “The Relation of Firms Size, Security Analyst Bias and Neglect.”**Applied Economics**, no. 21 (1989): 19-23.
- Durmuşkaya, Sedat. Türev Piyasaların Etkinliğinin Testi: İMKB 30-100 ve Döviz Piyasası.** Yayınlanmış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya: Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2011.
- Engle, R.F., ve K.F. Kroner.** “Multivariate Simultaneous Generalized ARCH.”**Econometric Theory**, no. 11 (1995): 122-150.

- Engle**, R.F., ve V.K. Ng. "Measuring and Testing the Impact of News on Volatility." **The Journal of Finance** 5, no. 48 (1993): 1749-1778.
- Engle**, Robert F. "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates Of The Variance Of United Kingdom Inflation." **Econometrica**, no. 50(4) (1982): 987- 1007.
- Erdoğan**, Seyfettin, Bozkurt, Hilal " Türkiye'de Cari Açığın Belirleyicileri: MGARCH Modelleri ile Bir İnceleme", **Maliye Finans Yazıları**, 82, (2009): 135- 171
- Ergün**, Bahadır. **Piyasa Anomalileri ve Aşırı Tepki Hipotezinin İMKB'de Araştırılması**. Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Ersoy**, Ersan. **Spot ve Vadeli İşlem Piyasaları Arasındaki Fiyat ve Oynaklık İlişkisi, İMKB-VOB Örneği**. Yayımlanmış Doktora Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2011.
- Fama**, E.F., ve G.W. Schwert. "Asset Returns and Inflation." **Journal of Financial Economics**, no. 5 (1977): 115-146.
- Fama**, Eugene. "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and." **The Journal of Finance**, 1970: 383-417.
- Fanelli**, Jose M. **Macroeconomic Volatility, Institution and Financial Architectures**. New York: Palgrave Macmillan, 2008.
- Fields**, M.J. "Stock Prices: A Problem in Verification." **The Journal of Business of the University of Chicago** 4, no. 4 (1931): 415-418.
- French**, Kenneth R. "Stock Return and the Weekend Effect." **Journal of Financial Economics**, no. 8 (1980): 55-69.
- Gallegati**, M. "Wavelet Analysis of Stock Returns and Aggregate Economic Activity." **Computational Statistics & Data Analysis** 6, no. 52 (2008): 3061-3074.
- Gao**, Robert X, ve Ruqiang Yan. **Wavelets: Theory and Applications for Manufacturing** . New York: Springer, 2011.
- Gençay**, Ramazan, Ramazan Selçuk, ve Brandon Whitcher. **An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics**. Florida: Academic Press, 2002.
- Glosten**, Lawrence R., Ravi Jagannathan, ve David E. Runkle. "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks." **The Journal of Finance** 5, no. 48 (1993): 1779-1801.
- Goldenberg**, David H. **Derivatives Markets**. Oxon: Routledge, 2016.

- Goswami, Jaideva C., ve Andrew K. Chan. *Fundamentals of Wavelets: Theory, Algorithms and Applications*. 2. Baskı. New Jersey: Wiley, 2011.**
- Gök, İ.Y., ve Ş. Kalaycı. "Endeks Futures İşlemlerin Spot Piyasa İstikrarına Etkisi: Türkiye Piyasaları Üzerine Ampirik Bir Çalışma." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 18, no. 5 (2013): 399-422.**
- GÖKGÖZ, Fazıl, GÜNEL, Mehmet O. "Türk Yatırım Fonlarının Portföy Performanslarının Analizi." *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 3.2 (2012): 1-25**
- Gözüör, Giray. *Finansal Türev Piyasaları: Forward, Futures, Opsiyon ve Döviz Üzerine Bir Uygulama*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Teorisi ABD Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2008.**
- Granger, C.W.J., ve P. Newbold. "Spurious Regressions in Econometrics." *Journal of Econometrics*, no. 2 (1974): 111-120.**
- Gujarati, Damodar. *Basic Econometrics*. New York: McGraw Hill, 2004.**
- Gulen, H., ve S. Mayhew. *Stock Index Futures Trading and Volatility in International Equity Markets*. Indiana: Purdue CIBER Working Papers, 1999.**
- Gupta, O.P. "Effect of Introduction of Index Futures on Stock Market Volatility: The Indian Evidence." *Sixth Capital Market Conference*. Mumbai: Department of Financial Studies University of Delhi South Campus, 2002. 1-28.**
- Gündoğdu, Aysel, "Türkiye'de Sermaye Piyasasının Değişen Yüzü" 1. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2015**
- Gürsakar, Sevdâ. *Finansal Zaman Serileri Analizine Frekans Boyutu Yaklaşımı: Dalgacıklar Yöntemi ve İMKB'de Bir Uygulama*. Yayınlanmış Doktora Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD İstatistik Bilim Dalı, 2009.**
- Hatipoğlu, Fazlı İlteriş. *Türkiye'de Etkin Piyasa Hipotezinin Test Edilmesine İlişkin Ekonometrik Yaklaşım*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 1999.**
- Haug, M., ve M. Hirschey. "The January Effect." *Financial Analysts Journal* 5, no. 62 (2006): 78-88.**
- Hill, R. Carter, William E. Griffiths, ve Guay C. Lim. *Principles of Econometrics*. 4. Baskı. New Jersey: Wiley, 2011.**
- Howells, Peter, ve Keith Bain. *Financial Markets and Institutions*. 5. Baskı. Essex: Prentice Hall, 2007.**

- Huang, S.** “Wavelet-Based Multi-Resolution GARCH Model for Financial Spillover Effects.” **Mathematics and Computers in Simulation**, no. 81 (2011): 2529-2539.
- Hull, John C.** **Fundamentals of Futures and Options Markets**. 8. Baskı. Essex: Pearson, 2014.
- Hwang, Soosung, ve Stephen E. Satchell.** “Market Risk and the Concept of Fundamental Volatility: Measuring Volatility Across Asset and Derivative Markets and Testing for the Impact of Derivatives Markets on Financial Markets.” **Journal of Banking & Finance**, no. 24 (2000): 759-785.
- Işık, Olcay.** “Hukuki Açıdan Borsa Ve Borsa Türleri.” **Yalova Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, 2012: 215-258.
- Jammazi, R., ve C. Aloui.** “Environment Degradation, Economic Growth and Energy Consumption Nexus: A Wavelet-Windowed Cross Correlation Approach.” **Physica A**, no. 436 (2015): 110-125.
- Jochum, C., ve L. Kodres.** “Does the Introduction of Futures on Emerging Market Currencies Destabilize the Underlying Currencies?” **IMF Staff Papers** 45, no. 3 (1998): 486-521.
- Johnston, Jack, ve John Dinardo.** **Econometric Methods**. New York: McGraw Hill, 1997.
- Kalotychou, Elena, ve Sotris K. Stakikouras.** “An Overview of the Issues Surrounding Stock Market Volatility.” **Stock Market Volatility** içinde, yazar Greg N. Gregoriou, 3-30. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- Kan, Andy C.N.** “The Effect of Index Futures Trading on Volatility of HSI Constituent Stocks: A Note.” **Pacific-Basin Finance Journal**, no. 5 (1997): 105-114.
- Kang, S.H., C. Cheong, ve S. Yoon.** “Intraday Volatility Spillovers Between Spot and Futures Indices: Evidence From the Korean Stock Market.” **Physica A**, no. 392 (2013): 1795-1802.
- Karan, Mehmet Baha.** **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**. Ankara: Gazi Yayınevi, 2004.
- Karatepe, Yalçın.** **Türev Piyasaları; Futures- Opsiyon- Swap**. Ankara: Ankara Üniversitesi SBF Yayını, 2000.
- Karunanayake, I, ve Valadkhani, A.** "Asymmetric Dynamics in Stock Market Volatility" **Economic Papers**, 2(30), (2011): 279-287
- Kasman, A., ve Kasman S.** “The Impact of Futures Trading on Volatility of the Underlying Asset in the Turkish Stock Market.” **Physica A**, no. 387 (2008): 28372845.

- Kaya**, Levent, Zeki Doğan, ve Turan Binici. “Durağan Olmayan Zaman Serilerinde Alternatif Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi: Pamuk Fiyat Analizi.” **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2015: 401-421.
- Kayalıdere**, Koray, Aracı, Hakan, Aktaş, Hüseyin. "Türev Ve Spot Piyasalar Arasındaki Etkileşim: VOB Üzerine Bir inceleme" **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 56 (2012) 137-154
- Keskin**, Nagehan, "Finansal Serbestleşme Sürecinde Uluslararası Sermaye Hareketleri ve Makroekonomik Etkileri: Türkiye Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yayınlanmış Doktora Tezi, (2008), İzmir
- Khalfaoui**, R., M. Boutahar, ve H. Boubaker. “Analyzing Volatility Spillovers and Hedging Between Oil and Stock Markets: Evidence From Wavelet Analysis.” **Energy Economics**, no. 49 (2015): 540-549.
- Kidwell**, David S., David W. Blackwell, David A. Whidbee, ve Richard W. Sias. **Financial Institutions, Markets & Money**. 1. Baskı. Hoboken: Wiley, 2012.
- Kim**, D., ve S.I. Kon. “Alternative Models for Conditional Heteroscedasticity of Stock Returns.” **Journal of Business**, no. 67 (1994): 563-598.
- Kim**, S.J. “Do Australian and the US macroeconomic news announcements affect the USD/AUD exchange rate? Some evidence from E-GARCH estimations.” **Journal of Multinational Financial Menegament** 2, no. 8 (1998): 223-248.
- Kim**, Samuel S., ve Kevin K.F. Wong. “Effects of News Shock on Inbound Tourist Demand Volatility in Korea.” **Journal of Travel Research** 4, no. 44 (2006): 457-466.
- Kışlalıoğlu**, Varol. **Black- Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli**. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe - Finansman ABD Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2000.
- Korkmaz**, Turhan, ve Emrah İ. Çevik. “Zımnî Oynaklık Endeksinden Gelişmekte Olan Piyasalara Yönelik Oynaklık Yayılma Etkisi.” **BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi** 3, no. 2 (2009): 87-105.
- Köktürk**, Gülден. “Kısa Süreli Fourier Dönüşümü İçin Başarım Karşılaştırma.” **Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi** 8, no. 3 (2006): 11-18.
- Kutlar**, Aziz. **Ekonometriye Giriş**. Ankara: Nobel Yayıncılık, 2012.
- Küçük**, Murat. **Dalgacık Dönüşümü Tekniği Kullanılarak Akım Serilerinin Modellenmesi**. Yayınlanmış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 2004.

- Lakonishok**, J., ve S. Smidt. "Are seasonal anomalies real? A ninety-year perspective." **The Review of Financial Studies**, 1988: 403-425.
- Lang**, Larry H.P., Robert H. Litzenberger, ve Andy Luchuan Liu. "Determinants of Interest Rate Swap Spreads." **Journal of Banking & Finance**, no. 22 (1998): 1507-1532.
- Lin**, Boqiang, ve Jianglong Li. "The Spillover Effects Across Natural Gas and Oil Markets: Based on the VEC-MGARCH framework." **Applied Energy**, no. 155 (2015): 229-241.
- Liu**, X., H. An, S. Huang, ve S. Wen. "The Evolution of Spillover Effects Between Oil and Stock Markets Across Multi-Scales Using a Wavelet-Based GARCH-BEKK Model." **Physica A**, no. 465 (2017): 374-383.
- Lucas**, Andre, ve Xin Zhang. "Score-Driven Exponentially Weighted Moving Averages and Value-at-Risk Forecasting." **International Journal of Forecasting**, no. 32 (2016): 293-302.
- Magkonis**, G., ve D.A. Tsouknidis. "Dynamic Spillover Effects Across Petroleum Spot and Futures Volatilities, Trading Volume and Open Interest." **International Review of Financial Analysis**, no. 52 (2017): 104-118.
- Mallat**, Stephane. **A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way**. 3. Baskı. San Diego: Academic Press, 2008.
- Mascaro**, A., ve A.H. Meltzer. "Long- and Short-Term Interest Rates in a Risky World." **Journal of Monetary Economics** 4, no. 12 (1983): 485-518.
- Mckenzie**, Michael D., Timothy J. Brailsford, ve Robert W. Faff. "New Insights Into the Impact of the Introduction of Futures Trading on Stock Price Volatility." **The Journal of Futures Markets** 3, no. 21 (2001): 237-255.
- Mensi**, Walid, Khamis H. Al-Yahyaee, ve Sang Hoon Kang. "Time-Varying Volatility Spillovers Between Stock and Precious Metal Markets with Portfolio Implications." **Resources Policy**, 2017: 88-102.
- Miffre**, Joelle. "Normal Backwardation is Normal." **The Journal of Futures Markets**, 2000: 803-821.
- Mishkin**, Frederic S. **Para Teorisi - Politikası**. İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi, 2000.
- Mishkin**, Frederic S., ve Stanley G. Eakins. **Financial Markets and Institutions**. 8. Baskı. Boulder, ABD: Pearson, 2015.

- Misti, M., Y. Misti, G. Oppenheim, ve J. Poggi. Wavelets and Theit Applications.** ABD: ISTE, 2007.
- Morgan, J.P. RiskMetrics-Technical Document.** 4. Baskı. New York: Morgan Guaranty Trust Company of New York, 1996.
- Nargelecekenler, Mehmet.** “Hisse Senedi Fiyatları ve Fiyat/Kazanç Oranı İlişkisi: Panel Verilerle Sektörel Bir Analiz.”**Business and Economic Research Journal Sayı:2 No:2**, 2011: 165-184.
- Nelson, Daniel B.** “Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach.”**Econometrica**, no. 59 (1991): 347-370.
- Nelson, Daniel B.** “Modelling Stock Market Volatility Changes.”**Modelling Stock Market Volatility Changes:Bridging the Gap to Continuous Time** içinde, yazan Peter E. Rossi, 3-15. San Diego: Academic Press, 1996.
- Oktayer, Asuman,** " Türkiye'de Finansal Serbestleşme ve Derinleşme Süreci Üzerine Nitel bir İnceleme", **Akademik İncelemeler**, 4(1), (2009), s. 73-100
- Okudan, Fahreddin.** “TMS 39'a Göre Hisse Senedi Endeks Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Muhasebeleştirilmesi: VOB Uygulaması.”**Mali Çözüm**, no. 95 (2009): 57-80.
- Osborne, M.F.M.** “Periodic Structure in the Brownian Motion of Stock Prices.”**Operations Research**3, no. 10 (1962): 345-379.
- Osborne, Matthew Fontaine Maury.** “ Periodic Structure in the Brownian Motion of Stock Prices.”**Operations**, 1959: 267-290.
- Özdemir, Bilge K., ve Selim Yıldırım.** “Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve İstihdam Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi: Özçıkırmalı Dalgacık Yaklaşımı.”**Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, no. 38 (2013): 97-116.
- Özdemir, Latife.****Vadeli İşlem Piyasaları İle Spot Piyasa Oynaklığı Arasındaki İlişki: İzmir Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsası Üzerine Bir Uygulama.** Yayımlanmamış Doktora Tezi, Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2011.
- Özden, Ünal H.** “İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Oynaklığının Analizi.”**İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, no. 13 (2008): 339-350.
- Percival, D.P.** “On Estimation of the Wavelet Variance.”**Biometrika** 3, no. 82 (1995): 619-631.
- Percival, Donald B., ve Andrew T. Walden.** **Wavelet Methods for Time Series Analysis.** U.K.: Cambridge University Press, 2000.

- Pilar**, Corredor, ve Santamaria Rafael. "Does Derivatives Trading Destabilize the Underlying Assets? Evidence From the Spanish Stock Market." **Applied Economics Letters**, no. 9 (2002): 107-110.
- Pok**, Wee C., ve Sunil Poshakwale. "The Impact of the Introduction of Futures Contracts on the Spot Market Volatility: The Case of Kuala Lumpur Stock Exchange." **Applied Financial Economics**, no. 14 (2004): 143-154.
- Poon**, Ser-Huang. **A Practical Guide to Forecasting Financial Market Volatility**. New Jersey: Wiley, 2005.
- Poshakwale**, Sunil. "Evidence on Weak Form Efficiency." **Finance India**, 1996: 605-616.
- Rabemananj**, R., ve J.M. Zakoian. "Threshold Arch Models and Asymmetries in Volatility." **Journal of Applied Econometrics** 1, no. 8 (1993): 31-49.
- Rahman**, S. "The Introduction of Derivatives on the Dow Jones Industrial Average and Their Impact on the Volatility of Component Stocks." **The Journal of Futures Markets** 21, no. 7 (2001): 633-653.
- Rajput**, P., ve S.K.S. Tomar. "Development of Novel Denoising Technique using Total Variation and Symlet Wavelet Filter." **International Journal of Engineering Trends and Technology** 22, no. 3 (2015): 109-114.
- Ramsey**, J.B. "The Contribution of Wavelets to the Analysis of Economic and Financial Data." **Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences** 1760, no. 357 (1999): 2593-2606.
- Ramsey**, J.B., ve C. Lampart. "The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income." **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics** 1, no. 3 (1998): 23-42.
- Ray**, KoustubhKanti, ve Ajaya K. Panda. "The Impact of Derivative Trading on Spot Market Volatility: Evidence for Indian Derivative Market." **Interdisciplinary Journal of Research in Business** 7, no. 1 (2011): 117-131.
- Rechtschaffen**, Alan N. **Capital Markets, Derivatives and The Law**. New York: Oxford University Press, 2006.
- Rogalski**, Richard J. "New Findings Regarding Day-of-the-Week Returns over Trading and Non-Trading Periods: A Note." **The Journal of Finance** 5, no. 39 (1984): 1603-1614.
- Rouwenhorst**, G.K. "Local Return Factors and Turnover in Emerging Stock Markets." **Journal of Finance**, no. 54 (1999): 1439-1464.
- Rozeff**, M.S., ve W.R. Kinney. "Capital Market Seasonality; The Case of Stock Returns." **Journal of Financial Economics**, no. 3 (1976): 379-402.

- Ruttiens, Alain. Mathematics of Financial Markets; Financial Instruments and Derivatives Modeling.** 1. Baskı. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
- Ryoo, H., ve G. Smith.** “The Impact of Stock Index Futures on the Korean Stock Market.” **Applied Financial Economics**, no. 14 (2004): 243-251.
- Safarzadeh, Omid. Model selection criteria for Multivariate GARCH models.** Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İzmir: İzmir Ekonomi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2015.
- Sakthivel, P.** “The Effect of Futures Trading on the Underlying Volatility: Evidence from the Indian Stock Market.” **4. National Conference on Finance and Economics**. Bangalore: ICFAI Bussiness School, 2007. 1-22.
- Salem, Asma.** “Image Compression Using Wavelet and Subband Based Transform.” *Researchgate*. 01 Nisan 2014. https://www.researchgate.net/publication/319764377_Image_Compression_Using_Wavelet_and_Subband_Based_Transform.
- Saltoğlu, Burak. Türev Araçlar, Piyasalar ve Risk Yöntemi.** Ankara: SPL Sicil ve Eğitim, 2014.
- Sancak, Ethem. Türev Finansal Araçlar Sözlüğü.** Ankara: Gazi Kitabevi 2. Baskı, 2012.
- Saunders, Anthony, ve Marcia Millon Cornett. Financial Markets and Institutions.** 5. Baskı. New York: McGraw-Hill, 2012.
- Sayılğan, Güven. Soru ve Yanıtlarıyla İşletme Finansmanı.** Ankara: Turhan Kitabevi 5. Baskı, 2011.
- Schwert, William G.** “Business Cycles, Financial Crises and Stock Volatility.” **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, no. 31 (1989): 83-125.
- Sehgal, S., N. Rajput, ve R.K. Dua.** “Futures Trading and Spot Market Volatility: Evidence from Indian Commodity Markets.” **Asian Journal of Finance & Accounting** 4, no. 2 (2012): 199-217.
- Senchack, A.J., ve J.D. Martin.** “Relative Performance of PSR and PER Investment Strategies.” **Financial Analysts Journal** 43, no. 2 (1987): 45-56.
- Sequeira, John M., ve Michael McAleer.** “Testing the risk premium and cost-of-carry hypotheses for currency futures contracts.” **Applied Financial Economics**, 2000: 277-289.
- Sevüktekin, Mustafa, ve Mehmet Nargeleçekenler. Ekonometrik Zaman Serisi Analiz:i E Views Uygulamalı.** Ankara: Nobel Yayıncılık, 2010.

- Shaik, Khader.** *Managing Derivatives Contracts; A Guide to Derivatives Market Structure, Contract Life Cycle, Operations and Systems*. New York: Apress, 2014.
- Shenbagaraman, P.** “Do Futures and Options Trading Increase Stock Market Volatility?” *NSE Research Initiative Paper*, no. 71 (2003): 1-22.
- Silvennoinen, Annastiina, ve Timo Terasvirta.** “Multivariate GARCH Models.” *Handbook of Financial Time Series*, 2009: 201-229.
- Sinclair, Euan.** *Option Trading: Pricing and Volatility Strategies and Techniques*. New Jersey: John Wiley, 2010.
- Smit, M., ve H. Nienaber.** “Futures-Trading Activity and Share Price Volatility in South Africa.” *Investment Analysts Journal*, 1997: 51-59.
- Spyrou, S.I.** “Index Futures Trading and Spot Price Volatility: Evidence from an Emerging Market.” *Journal of Emerging Market Finance* 2, no. 4 (2005): 151-167.
- Srinivasan, K., J. Mathew, ve A. Davison.** “Repercussion of Futures Trading on Spot Market: Evidence from India.” *South East Asian Journal of Contemporary Business, Economics and Law*, no. 1 (2012): 175-182.
- Subramani, Venkata R.** *Accounting for Investments, Volume 1, Equities, Futures and Options*. Singapur: John Wiley, 2009.
- Tang, Yuan Yan.** *Wavelet Theory Approach to Pattern Recognition*. 2. Baskı. Danvers: World Scientific, 2009.
- Taylor, Andrew Inglis.** *The Dictionary of Derivatives*. 1. Baskı. New York: MacMillan, 1995.
- Thenmozhi, M.** “Futures Trading, Information and Spot Price Volatility of Nse-50 Index Futures Contract.” *NSE Research Paper*, 2002: 1-44.
- Tripathi, V., ve N. Tripathi.** “Relationship Between Institutional Neglect and Stock Returns in India.” *Business Analyst* 1, no. 1 (2006): 85-92.
- Tripathy, Naili P.** *Financial Services*. New Delhi: Prentice-Hall of India Pvt.Ltd, 2007.
- Tsay, Ruey S.** *Analysis of Financial Time Series*. 2. Baskı. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
- Tse, Yiu K., ve Albert K.C. Tsui.** “A Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model with Time-Varying Correlations.” *Journal of Business and Economic Statistics* 3, no. 20 (2002): 351-362.

- Üner, İlknur.** **Türkiye’de Vadeli İşlem Piyasalarının Gelişimi, Spot Piyasa İle Etkileşimi Ve Hisse senedi Endeks Vadeli İşlem Sözleşmeleri Örneğinde Değerlendirilmesi.** Yayınlanmış Doktora tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul: Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013.
- Ünsal, Erdal.** **Mikro İktisat.** 4. Baskı. Ankara: İmaj Yayıncılık, 2001.
- VIOP.** “VIOP Tanıtım Kitapçığı Vadeli İşlem Sözleşmeleri.” *Borsaistanbul*. 20 09 2017.
- VOB.** **Türev Araçlar Lisanslam Rehberi.** İzmir: Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası A.Ş., 2010.
- Wang, Y.H.** "Nonlinear Neural Network Forecasting Model for Stock Index Option Price: Hybrid GJR–GARCH Approach" **Expert Systems with Applications** 1, no. 36 (2009): 564-570.
- Williams, Michael S., ve Amy Hoffman.** **Fundamentals of the Options Market.** New York: McGraw-Hill, 2001.
- Wu, Shang-Wu.** “Index Futures Trading and Spot Price Volatility.” **Applied Economics Letters**, no. 8 (2001): 183-186.
- Xie, S., ve J. Huang.** “The Impact of Index Futures on Spot Market Volatility in China.” **Emerging Markets Finance & Trade**, no. 50 (2014): 167-177.
- Xie, S., ve T. Mo.** “Index Futures Trading and Stock Market Volatility in China: A-Difference in Difference Approach.” **The Journal of Futures Markets** 3, no. 34 (2014): 282-297.
- Xu, Weijun, Ren Gu, Youzhu Liu, ve Yongwu Dai.** “Forecasting energy consumption using a new GM–ARMA model based on HP filter: The case of Guangdong Province of China.” **Economic Modelling**, no. 45 (2015): 127-135.
- Yaroyava, L., J. Brzeszczynski, ve C.K.M. Lau.** “Intra- and Inter-Regional Return and Volatility Spillovers Across Emerging and Developed Markets: Evidence from Stock Indices and Stock Index Futures.” **International Review of Financial Analysis**, no. 43 (2016): 96-114.
- Yavuz, Çil N.** “Durağanlığın Belirlenmesinde KPSS ve ADF Testleri: İMKB Ulusal-100 Endeksi ile Bir Uygulama.” **İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası**, no. 54 (2011): 239-247.
- Yavuz, Nilgün Çil.** **Finansal Ekonometri.** İstanbul: Der Yayınları, 2015.
- Yıldırak, Kasırga, Nilüfer Çalışkan, ve Şirzat Çetinkaya.** **Türev Ürün Fiyatlama Teknikleri.** İstanbul: Literastür Yayıncılık 1. Baskı, 2008.
- Yıldırım, N.** “Firma Büyüklüğü ve Defter Değeri-Piyasa Değeri Etkileri: İMKB Örneği.” **İMKB Dergisi**, no. 31 (2005): 1-18.

Yıldız, Rıfat, ve Fatih Çiftci. Bankacılıkta ve Dış Ticarete Döviz Kuru Riskine Karşı Korunma: Hedging İşlemleri. 2. Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık, 2011.

Zhong, M., A.F. Darrat, ve R. Otero. "Price Discovery and Volatility Spillovers in Index Futures Market: Some Evidence from Mexico." *Journal of Banking & Finance*, no. 28 (2004): 3037-3054.

Zhu, Li, Yanxin Wang, ve Qibin Fan. "MODWT-ARMA Model for Time Series Prediction." *Applied Mathematical Modelling*, no. 38 (2014): 1859-1865.

Elektronik Kaynaklar

BİST <http://www.borsaistanbul.com>, (Erişim Tarihi: 17.07.2018)

BİSTf <http://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/VIOP-Hakkinda-SSS.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.07.2018)

BİSTg <http://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/viop-viop-sozlesmeleri.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.07.2018)

BİSTd <http://www.borsaistanbul.com/data/yayinlar/ik.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.07.2018)

İMKB http://www.borsaistanbul.com/datum/imkbdergi/IMKB_Dergisi_Turkce31.pdf, (Erişim Tarihi: 17.07.2018) Dergisi

BİSTb <http://www.borsaistanbul.com/endeksler>, (Erişim Tarihi: 10.07.2017)

BİSTe <http://www.borsaistanbul.com/kurumsal/borsa-istanbul-hakkinda/tarihsel-gelismeler>, (Erişim Tarihi: 15.07.2018)

BİSTa <http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/piyasalar/pay-piyasasi>, (Erişim Tarihi: 24.06.2017)

BİSTc <http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/urunler/vadeli-islem-sozlesmeleri/doviz-vadeli-islem-sozlesmeleri>, (Erişim Tarihi: 11.10.2016)

BİSTh <http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/urunler/vadeli-islem-sozlesmeleri/endeks-vadeli-islem-sozlesmeleri/bist-30-endeks-vadeli-islem-sozlesmeleri>, (Erişim Tarihi: 17.07.2018)

http://w3.bilecik.edu.tr/wp-content/uploads/sites/75/2017/02/isaretvesistemler_ders-3.pdf, (Erişim Tarihi: 11.11.2017)

EKLER

- 1) Çok Değişkenli GARCH Modeli Seçim Kriterleri



Tablo: Çok Değişkenli GARCH Modelleri İçin Seçim Kriterleri

			A1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
DVECH	NORMAL	LL	25509.02	28209.08	31615.57	33354.54	36277.54	36650.24	43090.25	47041.50	50336.90	54025.82	55278.01	60793.82
		AIC	-18.24474	-20.16959	-22.61436	-23.85870	-25.95030	-26.21699	-30.83626	-33.66464	-36.02355	-38.67800	-39.57466	-43.53998
		SIC	-18.21925	-20.14411	-22.58888	-23.83322	-25.92482	-26.19150	-30.81076	-33.63915	-35.99806	-38.65250	-39.54916	-43.51448
		HQ	-18.23554	-20.16039	-22.60516	-23.84950	-25.94110	-26.20779	-30.82705	-33.65544	-36.01435	-38.66879	-39.56545	-43.53078
	T	LL	25623.86	28228.15	31585.15	33368.09	36242.36	39753.95	42975.27	46835.07	50220.67	52764.58	55537.71	60650.26
		AIC	-18.32620	-20.18251	-22.59188	-23.86768	-25.92441	-28.43717	-30.75323	-33.51616	-35.93963	-37.77413	-39.75991	-43.43644
		SIC	-18.29859	-20.15491	-22.56427	-23.84008	-25.89680	-28.40957	-30.72562	-33.48854	-35.91202	-37.74651	-39.73229	-43.40880
		HQ	-18.31623	-20.17255	-22.58191	-23.85772	-25.91444	-28.42721	-30.74326	-33.50619	-35.92967	-37.76416	-39.74994	-43.42646
CCC	NORMAL	LL	21986.95	27856.43	31193.54	32798.58	35792.32	39298.87	42576.00	46667.24	49943.43	53631.74	57229.60	60291.75
		AIC	-15.72590	-19.91876	-22.31380	-23.46231	-25.60452	-28.11368	-30.46958	-33.39817	-35.74333	-38.39723	-40.97358	-43.18177
		SIC	-15.70466	-19.89753	-22.29257	-23.44108	-25.58328	-28.09245	-30.44834	-33.37693	-35.72209	-38.37599	-40.95233	-43.16051
		HQ	-15.71823	-19.91110	-22.30614	-23.45465	-25.59685	-28.10602	-30.46191	-33.39050	-35.73566	-38.38956	-40.96591	-43.17409
	T	LL	25357.67	27959.88	31310.34	32903.29	35887.09	39404.08	42685.14	46762.86	50030.93	53681.19	57277.61	60412.29
		AIC	-18.13715	-19.99205	-22.39667	-23.53652	-25.67162	-28.18825	-30.54699	-33.46590	-35.80525	-38.43193	-41.00724	-43.26740
		SIC	-18.11379	-19.96869	-22.37331	-23.51316	-25.64826	-28.16489	-30.52362	-33.44253	-35.78188	-38.40856	-40.98386	-43.24402
		HQ	-18.12872	-19.98362	-22.38824	-23.52809	-25.66319	-28.17982	-30.53855	-33.45746	-35.79681	-38.42349	-40.99880	-43.25896
BEKK	NORMAL	LL	25365.67	28168.32	31581.90	33313.41	36064.03	39563.74	42916.57	46859.49	50278.45	53936.00	57586.47	60876.49
		AIC	-18.14503	-20.14186	-22.59170	-23.83070	-25.80038	-28.30465	-30.71479	-33.53721	-35.98457	-38.61654	-41.23055	-43.60207
		SIC	-18.12804	-20.12063	-22.57046	-23.80946	-25.78339	-28.28766	-30.69780	-33.52022	-35.96758	-38.59954	-41.21356	-43.58506
		HQ	-18.13889	-20.13420	-22.58403	-23.82304	-25.79424	-28.29851	-30.70866	-33.53108	-35.97844	-38.61041	-41.22442	-43.59593
	T	LL	25481.50	28207.50	31642.41	33332.97	36165.97	39655.28	43015.77	46970.07	50320.60	53968.61	57612.42	60884.88
		AIC	-18.22719	-20.16917	-22.63428	-23.84399	-25.87261	-28.36943	-30.78509	-33.61566	-36.01403	-38.63918	-41.24842	-43.60736
		SIC	-18.20808	-20.14582	-22.61092	-23.82063	-25.85349	-28.35032	-30.76597	-33.59654	-35.99491	-38.62005	-41.22929	-43.58823
		HQ	-18.22029	-20.16074	-22.62585	-23.83555	-25.86571	-28.36253	-30.77819	-33.60875	-36.00713	-38.63227	-41.24151	-43.60045

ÖZGEÇMİŞ

Süleyman GÜRBÜZ

25/08/1986

Eğitim Bilgileri

Lisans : Selçuk Üniversitesi İİBF/ İktisat Bölümü (2010)

Yüksek Lisans : Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD (2012)

İş Tecrübesi

Araştırma Görevlisi: Yozgat Bozok Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İktisat Teorisi ABD (2011-)

Yayınlar

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

- 1) Savaş ERDOĞAN, Süleyman GÜRBÜZ (2014). “Türkiye de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi” Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(32), 79-87.
- 2) İbrahim DOĞAN, Süleyman GÜRBÜZ (2017). “Enerji Fiyatlarının Dış Ticaret Açığı Üzerindeki Rolü: Doğrusal Olmayan İlişkinin Analizi” Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(2), 62-71.

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

- 1) İbrahim DOĞAN, Mahmut Şaban AFSAL, Bayram AYDIN, Süleyman GÜRBÜZ (2017). “Faiz Oranları Ve Döviz Kuru Dönemsel Analizi; Türkiye Örneği” International Journal of Academic Value Studies, 3(13), 199-205., Doi: <http://dx.doi.org/10.23929/javs.375>

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

- 1) İbrahim DOĞAN, Nadide Sevil TULÜCE, Erdal Asker, Süleyman GÜRBÜZ (2014). “The Dynamic Effects of Renewable Energy on Economic Growth” 5. International Renewable Energy Congress (Hammamet/Tunus)

2) Süleyman GÜRBÜZ, Ahmet ŞAHBAZ, İbrahim DOĞAN (2016). “Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarını Etkileyen Faktörler: Türkiye İçin Yapısal Kırılmalı Bir Analiz” International Multidisciplinary Conferance (Antalya/Türkiye)

3) İbrahim DOĞAN, Bayram AYDIN, Süleyman GÜRBÜZ (2017). “Sürdürülebilir Turizmin Yozgat Ekonomisindeki Yeri” II. Uluslararası Bozok Sempozyumu (Yozgat/Türkiye)

4) Süleyman GÜRBÜZ, Ahmet ŞAHBAZ (2017) “BİST 100 Endeksi İçin Piyasa Anomalilerinin İncelenmesi: Ramazan Ayı ve Dini Bayramların Etkileri” Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi (Ankara/Türkiye)

5) Ahmet ŞAHBAZ, Süleyman GÜRBÜZ (2017) “Yapısal Kırılma Altında Türkiye’de Döviz Kuru ve Hisse Senedi Piyasası Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi (Ankara/Türkiye)

Yazılan Kitap Bölümü (Ulusal)

1) Cari Açık Enerji Sektörü ve Ortadoğu ve Asya ile Ekonomik İlişkiler, Bölüm Adı: (Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerinde CO2 Salınımının ve Gelirin OECD Ülkeleri İçin Dinamik Etkilerinin Araştırılması) (2016)., İbrahim DOĞAN, Süleyman GÜRBÜZ, Erdal Asker, İmaj Yayınevi, Editör: Saraçoğlu Dürdane Şirin, Öztürk Fahriye, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 326, ISBN:978-975-8958-15-3, Türkçe (Bilimsel Kitap)