

**Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın (VOB)
Piyasa Verimliliğinin
Spot ve Futures Getiriler arasındaki
Dinamik Bağının Modellenmesi ile Test Edilmesi**

Program Kodu: 1001

Proje No: 113K407

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Nadir ÖCAL

Araştırmacı:
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih ÖZTEK

HAZİRAN 2015
ANKARA

Önsöz

Yürütücüsü olduğum SOBAG-113K407 nolu “Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın (VOB) Piyasa Verimliliğinin Spot ve Futures Getiriler arasındaki Dinamik Bağının Modellenmesi ile Test Edilmesi” başlıklı proje 01.09.2013 ile 01.05.2015 tarihleri arasında ODTÜ İktisat Bölümü'nde tarafımdan ve Yıldırım Beyazıt Üniversitesi İktisat Bölümü'nde Mehmet Fatih Öztekin ile sürdürülmüş ve başarıyla sonuçlandırılmıştır.

Projenin ilk sonuçları 26-27 Eylül 2014 tarihleri arasında University of Iowa'nın ev sahipliği yaptığı “24th Annual Meeting of Midwest Econometrics Group (MEG 2014)” konferansında sunulmuştur. Çalışmanın burada rapor edilen esas sonuçları makale formatına sokulup, bir SSCI dergiye yayın için gönderilmesi planlanmaktadır.

Çalışmanın tamamlanmasında verdiği desteklerden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür borç biliriz.

İçindekiler

Önsöz.....	2
Tablo Listesi.....	4
Şekil Listesi.....	4
Özet.....	6
Abstract.....	6
1. GİRİŞ.....	7
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	9
3. VERİ.....	10
4. YÖNTEM.....	14
4.1 STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH Modelleri.....	15
4.2 Geçiş Değişken(ler)inin Belirlenmesi.....	18
4.3 Kestirim Metodu.....	19
5. BULGULAR.....	20
5.1 DCC-GARCH Modeli.....	20
5.2 Sabit Koşullu Korelasyon Boş Savının Sınanması.....	21
5.3 STCC-GARCH Modeli.....	23
5.3.1 Bist-30.....	23
5.3.2 Bist-100.....	24
5.3.3 TL-Dolar.....	24
5.3.4 TL-Euro.....	26
5.4 STCC Modelinin Test Edilmesi.....	27
5.5 DSTCC-GARCH Modeli.....	28
5.5.1 Bist-30.....	28
5.5.2 Bist-100.....	30
5.5.3 TL-Dolar.....	32
5.5.4 TL-Euro.....	33
6. SONUÇ.....	35
7. REFERANSLAR.....	37
8. EKLER: Tahmin Sonuçları.....	39
8.1 DCC-GARCH Modeli.....	39
8.2 STCC-GARCH Modeli.....	40
8.3 DSTCC-GARCH Modeli.....	42

Tablo Listesi

Tablo 1: Serilerin Getiri Oranlarının Betimleyici İstatistikleri	12
Tablo 2: Vadeli ve Spot Getiri Oranlarının Korelasyon Katsayısı	14
Tablo 3: Sabit Koşullu Korelasyon Savı LM1 İstatistikleri	22

Şekil Listesi

Şekil 1: Hisse senedi endekslerinin vadeli (F) ve spot (S) fiyat serileri	11
Şekil 2: Döviz kurlarının vadeli (F) ve spot (S) fiyat serileri	12
Şekil 3: Hisse senedi endekslerinin ve döviz kurlarının vadeli ve spot getiri serileri	13
Şekil 4: Farklı geçiş hızları (γ) için lojistik fonksiyonun grafiği	17
Şekil 5: Vadeli ve spot getiriler arası korelasyon (DCC-GARCH modeli)	21
Şekil 6: Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde zaman değişkeni geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	24
Şekil 7: Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde zaman değişkeni geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	24
Şekil 8: Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	25
Şekil 9: Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	25
Şekil 10: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	26
Şekil 11: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde oran endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)	26
Şekil 12: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde vadeli piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında ($a_{[err.F]}-L1$))	27
Şekil 13: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde spot piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında ($a_{[serr.S]}-L1$))	27
Şekil 14: Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	28
Şekil 15: Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	29

Şekil 16: Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde faiz oranının birinci gecikmesi ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	30
Şekil 17: Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	31
Şekil 18: Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve Baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	31
Şekil 19: Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde faiz oranının ve baz endeksinin birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	31
Şekil 20: Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve vadeli piyasa volatilité ölçüsünün üçüncü gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[err.F]))	32
Şekil 21: Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde VIX endeksinin v faiz oranının birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	32
Şekil 22: Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde iki kez Baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)	33
Şekil 23: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde VIX endeksinin ve spot piyasa volatilité ölçüsünün birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[serr.S]))	34
Şekil 24: Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde oran endeksinin ve spot piyasa volatilité ölçüsünün birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[serr.S]))	34

Özet

Bu proje kapsamında Türkiye Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının (VOB) piyasa verimliliği koşullu korelasyonda yumuşak geçiş kullanan çok değişkenli GARCH modelleri kullanılarak incelenmiştir. Haziran 2005 – Ağustos 2013 tarihleri arası hisse senedi endeksleri ve döviz kurları vadeli sözleşmelerine ait vadeli getiriler ile bunlara konu varlıkların spot getirileri arası dinamik korelasyonlar incelenen dönem içerisinde tam korelasyondan sapmaların zamanlamasını ve nedenlerini ortaya çıkarmak için modellenmiştir. Ayrıca korelasyonların dinamik yapısından sorumlu olabileceği düşünülen küresel volatilitenin, piyasa volatilitelerinin ve piyasada yaşanan gelişmelerin korelasyonlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulgular hisse senedi endekslerine ait korelasyonlarda artan trend olduğunu ve zaman içerisinde 0,95 seviyelerine ulaştığını buna bağlı olarak bu sözleşmeler için piyasanın verimli olduğunu ortaya koymaktadır. Döviz kurlarına ait korelasyonlarda ise artan trend içermeyen 0,65 seviyesi etrafında dalgalanan dinamik bir yapı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla döviz kuruları için VOB'un verimli olduğu sonucuna varılamamakla birlikte mevcut veriler ışığında verimsizdir de denilememektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok Değişkenli GARCH, Volatilité, Yumuşak Geçişli Koşullu Korelasyon, Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsaları, Piyasa Verimliliği

Abstract

In this project we employ multivariate GARCH models with smooth transition in conditional correlation to investigate market efficiency of Turkish Derivatives Exchange. For the period June 2005-August 2013, we model the dynamic return correlations of “stock index futures” and “currency futures” with their underlying spot returns to uncover the timing and reasons of deviations from perfect correlation. Besides, the role of global volatility, market specific volatility and market trends, which are thought to affect correlation levels, are examined. The empirical results imply that the conditional correlations of stock index futures have increasing trend and reach to 0.95 levels which reveal that the market is efficient. But for currency futures we cannot find evidence of upward trend, the structure of correlation has a dynamic nature and fluctuate around 0.65. Thus it is not enough to conclude that they are efficient or to conclude that they are inefficient.

Keywords: Multivariate GARCH, Volatility, Smooth Transition Conditional Correlation (STCC), Derivatives Exchange, Market Efficiency.

1. GİRİŞ

Tüm ekonomik kararların doğasında yatan risk-getiri ikilemi (trade-off) yatırımcıların finansal yatırımları esnasında gelecek üzerindeki belirsizlik sebebiyle oluşan riske maruz kalmalarını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu noktada finansal türevler riskin sebep olabileceği tatsız sonuçlar ile karşı karşıya kalmak istemeyen yatırımcılara risk yönetimi için pratik araçlar sunmaktadır ve teorik olarak, ekstra bir maliyet ile donatılmış finansal türevlerin yardımıyla risk yükünü tamamıyla bertaraf etmek mümkündür. Çeşitli finansal türevler arasında en yaygın olarak kullanılanların başında "vadeli işlem sözleşmeleri" (futures contract) gelmektedir. Vadeli işlem sözleşmesi kararlaştırılmış bir fiyattan gelecekte belirlenmiş bir tarihte teslim etmek üzere bir üründen belirli bir miktar satın almayı veya satmayı içeren yasal olarak bağlayıcı bir anlaşmadır. Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsaları (VOB) vadeli işlemleri kolaylaştırmakta ve operasyonları fiyat dışındaki tüm yönleriyle düzenlemektedir. Varsayımsal olarak, hiçbir arbitraj imkanının bulunmadığı mükemmel bir piyasada (perfect market) bir varlığın spot ve vadeli fiyatları arasında kuvvetli bir ilişki ve getirileri arasında da eşanlı, tam bir korelasyon (perfect correlation) olmalıdır. Diğer bir ifadeyle, spot ve vadeli getiriler arasındaki korelasyon bire eşit olmalıdır. Bu eşitlik spot fiyat ile vadeli fiyat arasındaki ilişkiyi açıklayan "Taşıma Maliyeti (Cost of carry) Modeli" ile en yalın haliyle açıkça görülebilir. Basit olarak t dönemindeki vadeli fiyat ve spot fiyat F_t ve S_t ile ifade edilirse taşıma maliyeti modeli çerçevesinde aynı döneme ait iki fiyat arasındaki bağıntı Eşitlik 1'deki gibi yazılabilir.

$$(1) \quad F_t = S_t(1 + c_t)$$

burada c_t t dönemine ait taşıma maliyeti oranını göstermektedir. Bir diğer ifadeyle risksiz faiz oranı ile finansal varlığı elde tutmak ile elde edilebilecek olası tüm kazanç oranı arasındaki farkı ifade etmektedir.

$$(2) \quad \begin{aligned} R_t^F &= \ln(F_{t+1}/F_t) \\ &= \ln(S_{t+1}(1 + c_{t+1})) - \ln(S_t(1 + c_t)) \\ &= (\ln(S_{t+1}) - \ln(S_t)) + (\ln(c_{t+1}) - \ln(c_t)) \\ R_t^F &= R_t^S + Pr_t \end{aligned}$$

Eşitlik-2 de gösterildiği gibi vadeli piyasada t dönemine ait getiri, spot piyasaya ait aynı dönemdeki getiri ile risk primi olarak da tanımlayabileceğimiz taşıma maliyeti oranındaki değişimin toplamı olarak ifade edilebilir. Dolayısıyla dönemler arası taşıma maliyeti sabit ise

$(c_{t+1} = c_t = c)$ veya taşıma maliyetindeki değişim sabit ise $(Pr_t = Pr)$ vadeli getiri ile spot getiri arası korelasyon bire eşit olmaktadır;

$$(3) \quad corr(R_t^F, R_t^S) = 1$$

Yani; sabit risk primi varsayımı altında verimli bir piyasada (efficient market) spot ve vadeli getiriler arasındaki korelasyon bire eşit olmalıdır. Bu tam bağımlılıktan sapmalar karlı arbitraj imkanlarını ortaya çıkaracağından dolayı spot ve vadeli getiriler arasındaki ilişki ve bağımlılık ampirik literatürde kapsamlı olarak araştırılmaktadır. Şubat 2005 tarihi itibarıyla vadeli işlem sözleşmelerinin (futures contract) işleme başladığı Türkiye Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB) için spot ve vadeli getiriler arasındaki uzun dönem denge ilişkisini araştıran çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmaların hiçbirisi getiriler arasındaki korelasyonun kısa dönemde sabit olmadığını ve zaman içerisinde değişebileceğini öngören modelleri kullanmamış ve dolayısıyla korelasyonun zaman içerisinde aldığı değerleri inceleyememiştir.

Bu projede, iki hisse senedi endeks futures'larına (VOB-Bist30 ve VOB-Bist100) ve iki döviz kuru futures'larına ait (VOB-TLDolar ve VOB-TLEuro) getiriler ile bunların konu olduğu varlıkların spot getirileri arasındaki zamanla değişen koşullu korelasyonlar çok değişkenli GARCH modelleri ile ayrı ayrı modellenmiştir. Çeşitli çok değişkenli GARCH modelleri arasından koşullu korelasyonu doğrudan modelleyen, bireysel serilerin GARCH süreçleri ile korelasyon süreci arasında etkileşime olanak sağlayan STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH (Silvennoinen ve Teräsvirta (2005 ve 2009)) modelleri kullanılmıştır. Bu spesifikasyonların tercih edilmesinin en önemli nedeni bu yöntemler ile değişkenler arasındaki korelasyonun dinamik yapısını etkileyen değişkenlerin Silvennoinen ve Teräsvirta (2005 ve 2009) tarafından geliştirilen test yöntemleri ile tespit edilebilir olmasıdır. Kısacası STCC ve DSTCC modellerinde korelasyon denkleminde açıklayıcı değişken olarak korelasyonu etkileyebileceği düşünülen her değişken kullanılabilir ve bu değişkenin korelasyon dinamiği üzerinde etkisinin olup olmadığı test edilebilir.

Dolayısıyla, proje kapsamında öncelikle getiriler arasındaki korelasyonun sabit olduğu varsayımına sahip CCC-GARCH (constant conditional correlation, Bollerslev (1990)) modeli, korelasyonların zamanla değişen doğasından sorumlu olduğu düşünülen değişkenleri kullanan STCC ve DSTCC modellerine karşı test edilerek korelasyonları anlamlı bir şekilde etkileyen ve korelasyonların dinamik yapısından sorumlu değişkenler ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra tespit edilen değişkenlerin kullanıldığı STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modelleri tahmin edilerek, korelasyon seviyesinin zaman içerisinde almış olduğu değerler ortaya çıkarılmış ve hangi

koşullar altında VOB'un verimli piyasa (efficient market) yapısından uzaklaştığı ve hangi değişkenlerin bunu tetiklediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile VOB'un piyasa verimliliği test edilerek mükemmel pazar (perfect market) koşullarından sapmanın belirleyici faktörleri keşfedilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Vadeli işlem piyasalarının temel fonksiyonu, değişik amaçları olan yatırımcılara alacakları uygun pozisyonlar ile yatırımlarının risklerini yönetebilme imkânı sunmak olarak özetlenebilir. Bu temel işlevi yerine getirebilen ve verimli olarak işleyen bir vadeli işlem piyasasının sistematik olarak karlı arbitraj imkânları sunmaması beklenir. Dolayısıyla vadeli işlem piyasalarında işlem gören futures'ların getirileri ile bunların konu olduğu varlığın spot getirisi arasında eşanlı (aynı t döneminde), tam bir korelasyon olmalıdır. Diğer bir ifadesiyle, ne spot fiyatların nede vadeli fiyatların diğerinin fiyatını belirlemede anlamlı bir öncü etkisi olmamalıdır. Bu durum literatürde eşbütünleşim (cointegration) ve nedensellik yöntemleriyle yoğun bir şekilde incelenmiş ve gelişmiş ülkelere ait vadeli işlem piyasalarında işlem gören futures fiyatlarının spot fiyatların belirlenmesi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. (Yang vd. (2001), Brooks vd. (2001) Hernandez vd. (2010), Bekiros vd. (2009)) Bu bulgular vadeli işlem piyasasının asıl işlevi olan "risk transferi" rolüne ek olarak "fiyat keşfi" rolünün de olduğu göstermektedir. Silvapulle ve Moosa (1999) bu durumun başlıca sebeplerini araştırmış ve vadeli işlem piyasalarının yapısal özelliklerine bağlı olarak yeni bilgilere daha hızlı tepki vererek spot piyasalardan önce bu bilgileri fiyatlandırabildiği sonucuna varmışlardır. Bu yapısal özellikler satışla birlikte varlığın fiziksel tesliminin yapılmaması, işlem maliyetlerinin spot piyasalara göre daha düşük olması, açığa satış işlemlerinin daha esnek olması ve işlemlerin kontratın değeriyle değil çok daha düşük meblağ olan başlangıç teminatıyla gerçekleşiyor olması (kaldıraç etkisinin daha yüksek olması) olarak özetlenebilir. Futures fiyatlarının spot fiyatlar üzerinde belirleyici öncü etkisinin varlığını ortaya koyan bu çalışmaların ışığında literatürde çeşitli zaman serisi modellerin tahmin performansları detaylı olarak incelenmiş ve en iyi modelin ülkeden ülkeye değişiklik gösterdiği sonucuna varılmıştır. (Brooks vd. (2001), Reeve vd. (2011))

Türkiye'deki vadeli işlemler borsasında (VOB) işlem gören futures'ların fiyatıyla ilgili varlığın spot fiyatı arasındaki uzun dönem ilişkisi ve bağıntısı eşbütünleşim ve Granger nedensellik yöntemleriyle çeşitli akademik çalışmalarda incelenmiş fakat literatürün aksine spot fiyatların futures fiyatları üzerinde anlamlı öncü bir etkisi olduğu bulunmuştur. (Kayalidere vd. (2012), Özen vd. (2009), Öztürk (2008), Kasman ve Kasman (2008)). Ayrıca futures kontratlarının spot

piyasa fiyatlarının volatilitesi üzerinde etkisi olup olmadığı Dikmen (2008), Bekgöz (2006) ve Baklacı (2007) tarafından incelenmiş ve ilk iki çalışma anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna varırken Baklacı futures işlemlerinin başlaması ile birlikte spot piyasada yapısal değişiklik olduğunu belirtmiştir. Baştaş (2009) bu mevcut bulgular ışığında çeşitli zaman serisi modellerinin tahmin performanslarını karşılaştırmış ve futures fiyatlarının spot fiyatlarını en iyi tahmin ettiği modelin VAR ve ARIMA modellerine nazaran ECM olduğunu rapor etmiştir.

Farklı bir çalışmada, vadeli işlem piyasasında oluşan yanlış fiyatlandırmalar ve sebepleri Ülkü ve MCMillan (2007) tarafından incelenmiş ve %5 ile %8 arasında değişen oranlarda ve genellikle negatif yönlü yanlış fiyatlandırmaların varlığı tespit edilmiştir. Yazarlar yanlış fiyatlandırmaların spot piyasadaki açığa satış imkânlarının kısıtlı olması, arbitraj faaliyetlerinin eksikliği ve davranışsal faktörlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

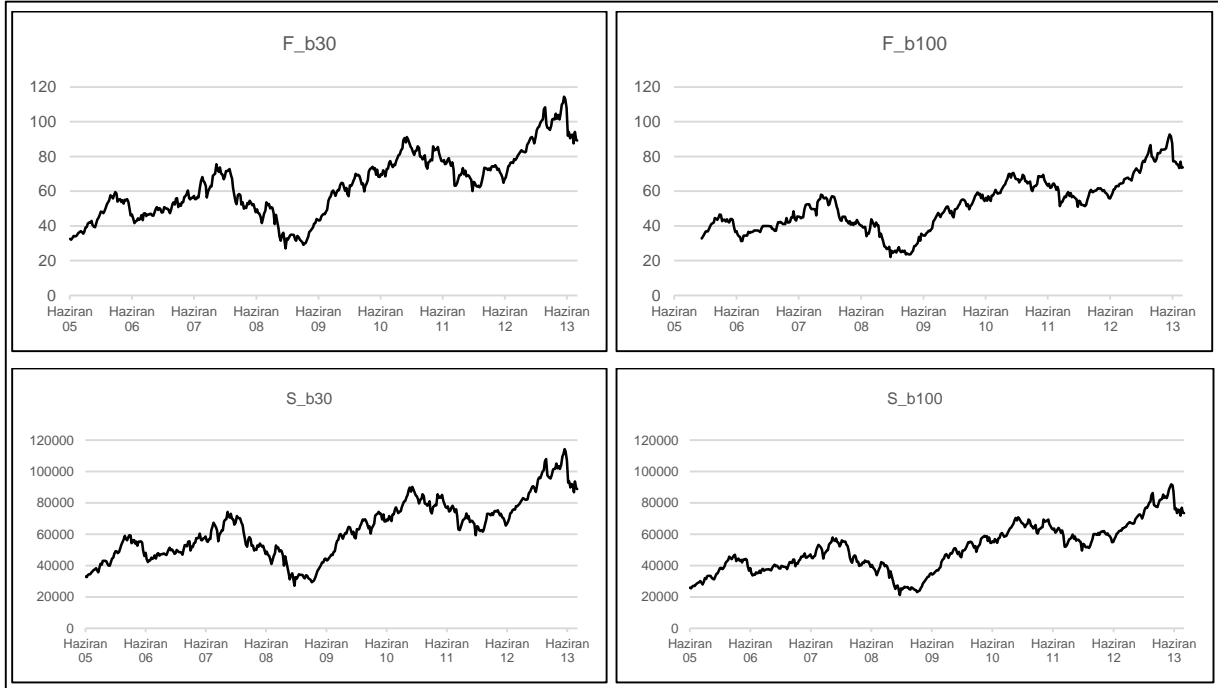
VOB'da işlem gören futures'lar ile ilgili spot piyasa arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmaların hiçbirisi getiriler arasındaki korelasyonun kısa dönemde sabit olmadığını ve zaman içerisinde değişebileceğini öngören çok değişkenli GARCH modellerini kullanmamış ve dolayısıyla korelasyonun zaman içerisinde aldığı değerleri inceleyememiştir. Bu projede VOB'da işlem gören futures'ların getirileri ile spot getiriler arasındaki ilişkiyi inceleyen mevcut literatürden farklı olarak, getiriler arasındaki korelasyon kısa dönemde sabit olmadığını göz önünde bulundurularak modellenmiştir. Proje kapsamında DSTCC-GARCH modeli üzerinde yoğunlaşarak, getiriler arasındaki korelasyon etkileyen faktörler tespit edildikten sonra korelasyonun zaman içerisinde aldığı değerler ortaya çıkarılmıştır.

3. VERİ

Spot ve vadeli getiriler arasındaki korelasyonun modellenebilmesi için ihtiyaç duyulan veri seti bütünleştirilmiş halde hiçbir veri bankasında bulunmamaktadır. Bu nedenle proje kapsamında ilk olarak Haziran 2005 ile Ağustos 2013 tarihleri arasında işlem gören 54 adet VOB-Bist30, 64 adet VOB-Bist100, 54 adet VOB-TLDolar ve 54 adet VOB-TLEuro futures'larına ait fiyat verileri VOB web sayfasından¹ derlenerek her bir sözleşme için zaman eşleştirmeleri yapılmıştır. Daha sonra farklı vade tarihlerine sahip değişik sözleşmelerin fiyat verilerini birleştirerek dört futures için fiyat endeks serileri Standard & Poor's (S&P) GSCI endekslerinde kullanılan "Rolling Contract" yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Fiyat endeks serileri için ayın ilk sekizinci iş günü başlayarak on ikinci iş günü biten beş günlük "Roll Period" kullanılmıştır.

¹ www.vob.org.tr

Bu dönem içerisinde “Rolling Weights” olarak en yakın vadeli futures için sırasıyla 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 ve 0 devreden futures içinse sırasıyla 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 kullanılmıştır. “Roll Period” haricindeki iş günlerinde en yakın vadeli futures için çarpan olarak 1 diğerleri için 0 kullanılmıştır. Böylece iki hisse senedi endeks futures’ları ve iki döviz kuru futures’ları için yeni (spot fiyatlara en yakın) fiyat endeks serileri oluşturulmuştur. Ayrıca aynı zaman aralığı için bu futures’ların konu olduğu dört varlığın (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) spot getirileri de toplanmıştır. Hisse senedi endekslerinin ve döviz kurlarının Haziran 2005 – Ağustos 2013 tarihleri arası vadeli ve spot fiyat serileri sırasıyla Şekil-1’de ve Şekil-2’de sunulmuştur. Şekillerden açıkça görüldüğü gibi aynı varlığa ait vadeli ve spot fiyatlar çok ufak farklarla aynı uzun dönem trendlerini takip etmektedir.

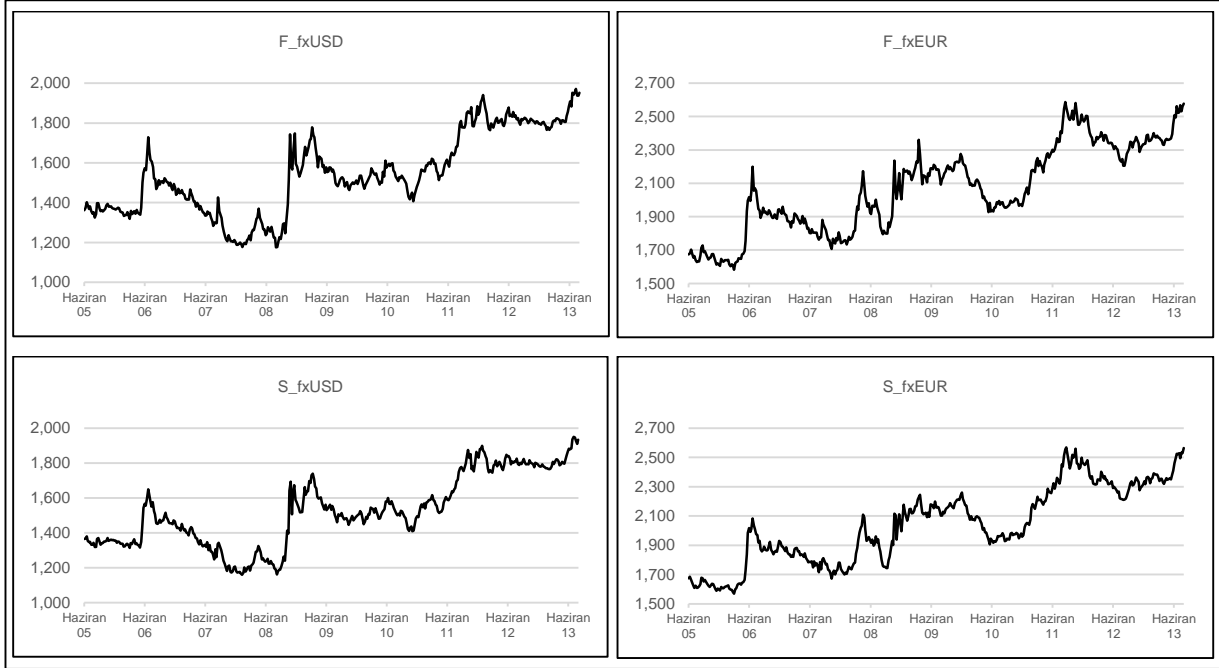


Şekil 1) Hisse senedi endekslerinin vadeli (F) ve spot (S) fiyat serileri

Fiyat serisi üzerinde yapılan ön incelemeler sonucunda günlük fiyat serilerini haftalık kazanç serilerine çevirirken futures’lar için Perşembe günü uzlaşma fiyatları spotlar için ise Perşembe günü kapanış fiyatlarının kullanılmasına karar verilmiştir². Kazanç serileri logaritmik fark yöntemi ile hesaplanmış ve Şekil-3’de vadeli ve spot getiriler üst üste çizilmiştir. Bu şekilden dört varlık (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) için vadeli piyasa oynaklığının (volatilitenin)

² Serilerde oluşan eksik ve yanıltıcı gözlemler üç aşamalı bir yöntemle ortadan kaldırılmıştır. Perşembe günü verisi o seride yok ise birinci aşamada varsa Çarşamba günü verisi kullanılmıştır. Eğer Çarşamba günü verisi de yoksa ikinci aşamada bir önceki ve bir sonraki haftaların ortalaması alınmıştır. Eğer aynı Perşembe günü için birden fazla seride veri eksik ise üçüncü aşamada o hafta tamamen veri setinden çıkarılmıştır.

spot piyasadakinden daha fazla olduğu açıkça gözlemlenmektedir. Bu durum en düşük olarak Bist-30 varlığında kendini gösterirken, Bist-100 varlığında en yüksek seviyedir; Bist-100'e ait spot ve vadeli volatiliteler 2010 yılı başlarına kadar ciddi farklar göstermekte ancak bu tarihten sonra farklar azalmaktadır. Görsel olarak fark edilebilen bu durum, varlıklara ait getiri oranlarının betimleyici istatistiklerinin özetlendiği Tablo-1'de de teyit edilmektedir. Fakat vadeli ve spot piyasalardaki volatiliteler farklı istatistiksel olarak anlamlı değildir.

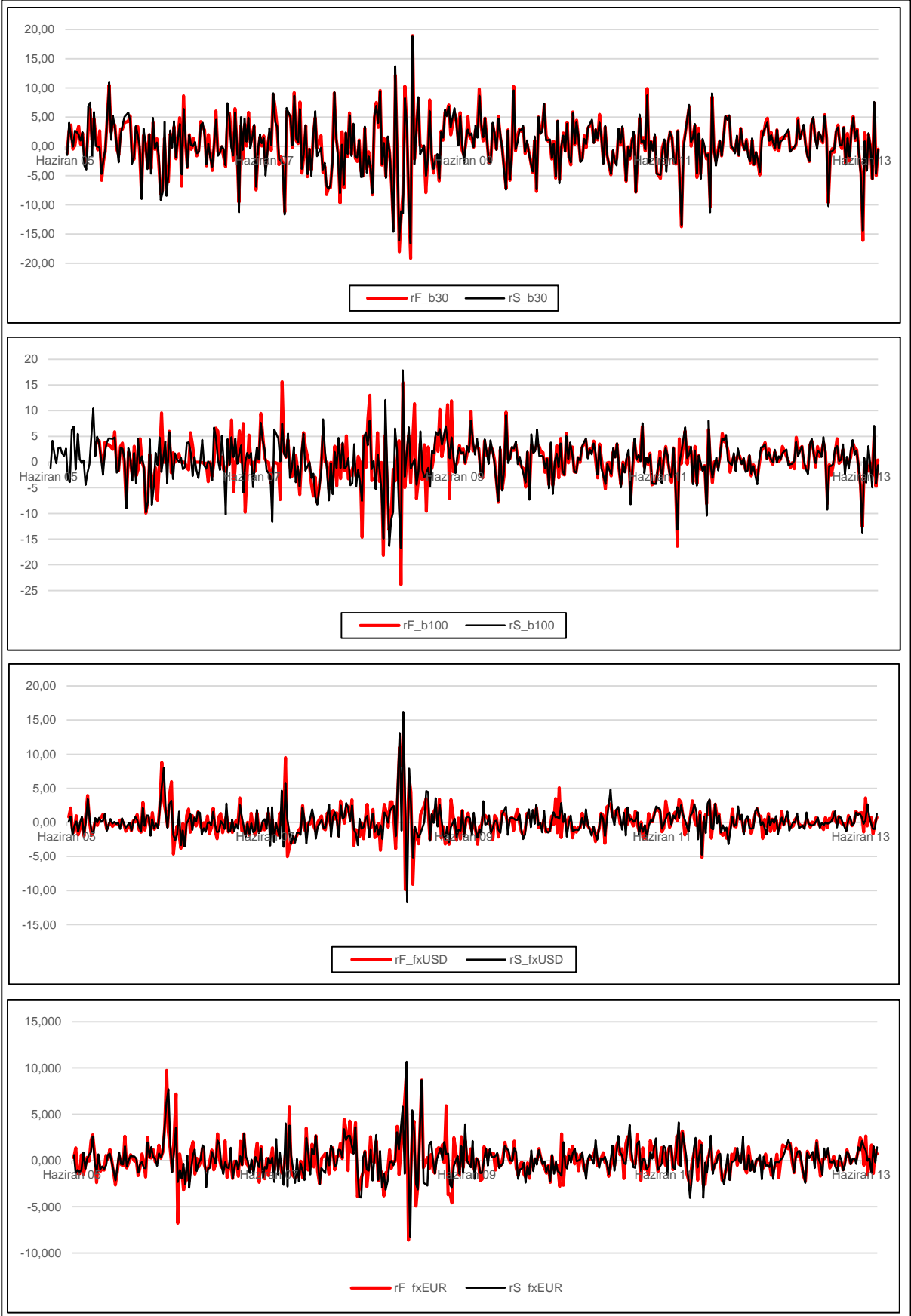


Şekil 2) Döviz kurlarının vadeli (F) ve spot (S) fiyat serileri

Bist-100 hariç, vadeli varlıklara ait ortalama getiri oranlarının çok ufak farklar ile (istatistiksel olarak anlamsız) spot piyasalardan yüksek olduğu Tablo-1'de görülmektedir. Bu durumun tam tersi Bist-100 endeksi için gözlemlenmektedir; yani spot getirinin uzun dönem ortalaması anlamlı olarak daha fazladır. Finansal veri serilerinin ortak özelliği olan "excess kurtosis" tüm varlıklar için geçerlidir. Hisse senedi endeksleri için vadeli getirilerin "excess kurtosis"i spot getirilerinkinden fazla iken döviz kurları için spot getirilere ait "excess kurtosis" daha fazladır.

Tablo 1: Serilerin Getiri Oranlarının Betimleyici İstatistikleri (%)

	Mean	SD	Skewness	Kurtosis (excess)
F_b30	0,245	4,45	-0,511	2,496
S_b30	0,240	4,38	-0,422	2,025
F_b100	0,208	4,30	-0,682	4,685
S_b100	0,254	4,12	-0,625	2,559
F_fxUSD	0,087	2,11	1,198	9,521
S_fxUSD	0,084	2,02	1,727	16,08
F_fxEUR	0,105	1,88	0,853	5,613
S_fxEUR	0,104	1,75	0,978	6,325



Şekil 3) Hisse senedi endekslerinin ve döviz kurlarının haftalık vadeli ve spot getiri serileri (%)

Varlıkların haftalık getiri oranları arasındaki koşulsuz korelasyon katsayıları Tablo 2’de rapor edilmiştir. Ortalama olarak (uzun dönem), Bist-30 endeksi için vadeli ve spot getiriler arasında neredeyse tam korelasyon (perfect correlation) mevcut iken Bist-100 için tam korelasyondan bahsetmek mümkün değildir. Bist-100’e ait vadeli ve spot getiriler arası uyumluluk (ortak hareket) %77 mertebesinde dir. Bu oran döviz kurları için daha düşük seyretmekte ve yaklaşık olarak %70’dir.

Tablo 2: Vadeli ve Spot Getiri Oranlarının Korelasyon Katsayıları

	S_b30	S_b100	S_fxUSD	S_fxEUR
F_b30	0,98			
F_b100		0,77		
F_fxUSD			0,68	
F_fxEUR				0,69

4. YÖNTEM

Literatürde, değişkenler arasındaki zamanla değişen korelasyonları incelemek için çeşitli çok değişkenli GARCH modelleri önerilmiştir. Ama korelasyonu doğrudan çok değişkenli GARCH modelleri çerçevesinde modelleyen ilk model Sabit Koşullu Korelasyon (CCC-GARCH, Bollerslev (1990)) modelidir. Bu modelde varyans ve kovaryans zaman içerisinde değişirken korelasyonun sabit olduğu varsayımı yapılmaktadır. Fakat sabit koşullu korelasyon varsayımının finans piyasaları için geçerli olmadığı ve dinamik bir yapıya sahip olduğu Tse (2000) ve Bera ve Kim (2002) tarafından gösterilmiştir. Engle (2002) zamanla değişen korelasyon için GARCH tipi dinamik bir yapı tanımlayarak dinamik korelasyon yapısına sahip yeni bir model geliştirmiştir (Dynamic Conditional Correlation, DCC-GARCH). Bu modelde (DCC-GARCH) korelasyon denklemi için uygun açıklayıcı değişkenler için herhangi bir arama yapmadan sadece standardize edilmiş hata terimleri korelasyon denkleminde kullanılmaktadır. Korelasyon denkleminde kullanılacak açıklayıcı değişkenlerin belirlenmesinde esnek bir yapı oluşturmak için Silvennoinen ve Teräsvirta (2005 ve 2009), STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modellerinde koşullu korelasyonu gözlemlenebilir değişkenlerin bir fonksiyonu olarak formüle etmeyi önermişlerdir. İlk modelde iki sabit korelasyon rejimi, ikincisinde ise dört sabit korelasyon rejimi tanımlanmakta ve koşullu korelasyon zaman içerisinde bu sabit korelasyonlar arasında (ilkinde bir, ikincisinde iki) gözlemlenebilir geçiş değişkenlerinin fonksiyonu olarak yumuşak olarak değişmektedir. Böylelikle STCC ve DSTCC modelleri finans piyasası katılımcılarının tamamının homojen olduğu ve karar ve tepkilerini aniden yaptığı varsayımı yerine rejimler arası yumuşak geçiş modelleyerek tepkilerin bireyden bireye

değişebileceği, tepki zamanlama ve şiddetinin farklı olabileceği heterojen bir yapıya imkân vermektedir. Ayrıca, geçiş değişkenleri çalışmanın amacına göre belirlenebilir ve teorik olarak herhangi bir değişken koşullu korelasyon denklemi için geçiş değişkeni olabilir. Dolayısıyla bu modeller korelasyon denkleminde kullanılacak açıklayıcı değişkenlerin belirlenmesinde çok esnek bir yapı sunmaktadır.

4.1 STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH Modelleri

En genel haliyle N tane endeksi y vektörüyle ($N \times 1$) ifade edersek, her bir seri için uygun ortalama (mean) eşitliği

$$(4) \quad y_t = E(y_t | \Omega_{t-1}) + \varepsilon_t$$

denklemlerle ifade edilebilir. Standardize edilmiş hata terimlerinde otokorelasyon probleminden kurtulabilmek için y vektörü içerisinde yer alan her bir seri için ortalama eşitliği farklı gecikmelere sahip otoregresif süreç ($AR(L_i)$) olarak tanımlanabilir.

$$(5) \quad y_{i,t} = \mu_i + \sum_{l=1}^{L_i} \beta_{il} y_{i,t-l} + \varepsilon_{i,t}$$

Dördüncü eşitlikteki Ω_{t-1} t dönemine kadar eldeki tüm bilgileri ifade eden bilgi kümesidir. Bu denklemde ($N \times 1$) hata terimleri vektörünün (ε) koşullu beklenen değeri her t dönemi için sıfır ve koşullu varyans-kovaryans matrisi zamanla değişen heteroskedastik yapıya sahiptir. Matematiksel olarak ifadesi;

$$(6) \quad \varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim (0, H_t)$$

Koşullu varyans-kovaryans matrisi (H_t) için doğrudan dinamik bir yapı tanımlamak yerine Bollerslev (1990) CCC-GARCH modelini takiben H_t ayrıştırılarak Eşitlik 7 ile tanımlanmaktadır.

$$(7) \quad H_t = D_t R_t D_t$$

Bu denklemde D_t serilerin koşullu varyanslarının kare köklerinden ($\sqrt{h_{i,t}}$) oluşan ($N \times N$) köşegen koşullu standart sapmalar matrisi, R_t ise köşegen elemanları bir diğerleri de (-1,1) aralığında değer alan zaman içerisinde değişen ($N \times N$) koşullu korelasyon matrisidir. D_t matrisinin her bir elemanını serilerin farklı dinamik yapılarına bağlı olarak farklı GARCH(p,q)

süreçleri olarak tanımlamak mümkündür. Böylece koşullu varyans-kovaryans matrisi dolaylı olarak tanımlanmakta yani koşullu kovaryanslar koşullu korelasyon ile koşullu varyansların kareköklerinin çarpımı olarak ifade edilmektedir.

$$(8) \quad h_{ij,t} = \rho_{ij,t} \sqrt{h_{i,t} h_{j,t}}$$

Buraya kadar olan denklemler CCC, DCC, STCC ve DSTCC modellerinin hepsi için aynıdır. Farkları koşullu korelasyon (R_t) için tanımladıkları eşitliklerdir. CCC-GARCH modeli koşullu korelasyonun sabit olduğu varsayımını yapmakta ve her t dönemi için R olarak ifade etmektedir (Eşitlik 8'de her bir eleman için ρ_{ij} tanımlanmaktadır.). DCC-GARCH modeli ise R_t için dolaylı yoldan GARCH tipi bir dinamik yapı tanımlamaktadır. Bu proje kapsamında bizim yoğunlaşacağımız STCC ve DSTCC spesifikasyonları ise korelasyon yapısına ekstra doğrusal olmayan bir yapı tanımlayarak R_t için uç rejimler arasında (geçiş) değişken(ler)inin fonksiyonu olarak yumuşak geçiş tanımlamaktadır.

Silvennoinen ve Teräsvirta (2005) STCC-GARCH modelinde korelasyon için iki uç (extreme) rejim tanımlayarak koşullu korelasyon matrisinin bu iki değer arasında yumuşak (smoothly) geçiş yaptığı bir yapı önermişlerdir.

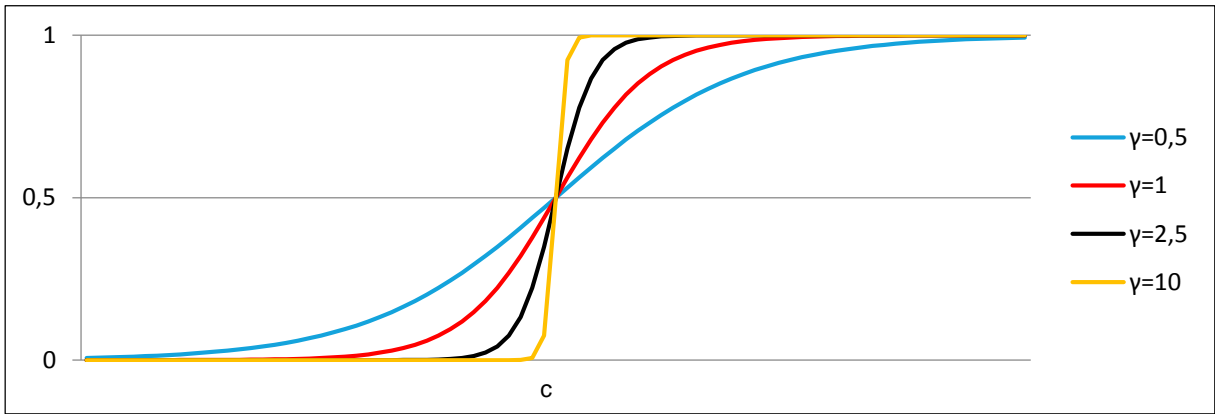
$$(9) \quad R_t = P_1(1 - G_t(s_t; \theta)) + P_2(G_t(s_t; \theta))$$

Burada P_1 ve P_2 (normal bir korelasyon matrisinde olduğu gibi) köşegen elemanları 1 olan diğerleri (-1,1) arasında³ değer alan sabit uç rejim korelasyon matrislerini, $G_t(s_t; \theta)$ ise gözlemlenebilen bir (geçiş) değişkenine (s_t) bağlı olan geçiş fonksiyonunu temsil etmektedir. Geçiş fonksiyonu (0,1) aralığında değer alacak şekilde kısıtlanmıştır. Dolayısıyla uç rejimler korelasyon katsayısının alacağı alt ve üst değerleri temsil etmektedir ve koşullu korelasyon süreç boyunca iki uç rejim arasında değer alacaktır. Projemiz amacıyla uygun olarak Eşitlik 10 da ifade edilen lojistik fonksiyon geçiş fonksiyonu olarak belirlenmiştir.

$$(10) \quad G_t = (1 + e^{-\gamma(s_t - c)})^{-1} \quad \gamma > 0$$

³ DCC-GARCH modelinden farklı olarak STCC-GARCH modelinin yapısı sabit uç korelasyon matrislerinin elemanlarının (-1,1) arasında değer almasını garanti edememektedir. P_1 ve P_2 matrislerinin elemanları tahmin (estimate) edilmesi gereken parametreler olduğu için kestirim esnasında kontrol edilmeleri gerekmektedir.

Geçiş fonksiyonunda yer alan s_t gözlemlenebilen geçiş değişkenini, c değişimin konumunu ve γ değişimin hızını göstermektedir. Geçiş değişkeni koşullu korelasyonu etkilediği düşünülen herhangi gözlemlenebilen bir değişken olabilir. Dolayısıyla STCC-GARCH modeli korelasyon denkleminde kullanılan açıklayıcı değişken noktasında büyük esnekliğe sahiptir. Farklı γ değerlerine sahip lojistik fonksiyonu Şekil 4'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere geçiş hızı arttıkça fonksiyonun açısı artmakta ve geçiş hızlanmaktadır. 10'dan büyük γ değerleri için lojistik fonksiyonu basamak (step) fonksiyon haline gelmekte ve sadece 0 ve 1 değerlerini almaktadır. Bu durumda koşullu korelasyon sadece P_1 ve P_2 değerlerini almakta ve korelasyon yapısı iki rejimli olmakta, ara rejimler ortadan kalkmaktadır. Kısaca özetlemek gerekirse STCC modelinde koşullu korelasyon, geçiş değişkeninin (s_t) bir fonksiyonu olarak iki uç rejim (P_1 ve P_2) arasında değişim konumunun (c) etrafında ve değişim hızının (γ) belirlediği süratte yumuşak geçiş yapmaktadır.



Şekil 4) Farklı geçiş hızları (γ) için lojistik fonksiyonun grafiği

DSTCC-GARCH (Silvennoinen ve Teräsvirta (2009)) modeli Eşitlik 9'da ifade edilen koşullu korelasyon denklemini ikinci bir geçiş fonksiyonu tanımlayarak genişletmiştir. Bu modelde koşullu korelasyon (R_t) sabit iki uç rejim matrisleri (P_1 ve P_2) yerine iki dinamik uç rejim matrislerinin ($P_{1,t}$ ve $P_{2,t}$) fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. $P_{1,t}$ ve $P_{2,t}$ (uç rejim matrisleri) her biri iki ayrı sabit uç rejimin arasında gözlemlenebilen bir diğer (geçiş) değişkenine ($s_{2,t}$) bağlı olan ikinci geçiş fonksiyonunun $G_{2,t}(s_{2,t}; \theta_2)$ belirlediği şekilde değer almaktadırlar. Dolayısıyla DSTCC-GARCH modeli iki farklı geçiş değişkenine bağlı olarak koşullu korelasyon için dört sabit uç rejim korelasyonu ($P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{22}$) tanımlamaktadır⁴.

$$(11) \quad R_t = P_{1,t} \left(1 - G_{1,t}(s_{1,t}; \gamma_1, c_1) \right) + P_{2,t} \left(G_{1,t}(s_{1,t}; \gamma_1, c_1) \right)$$

⁴ Eğer geçiş değişkenleri aynı ise DSTCC-GARCH modeli üç sabit uç rejim tanımlayabilir.

$$(12) \quad P_{k,t} = P_{k1} \left(1 - G_{2,t}(s_{2,t}; \gamma_2, c_2)\right) + P_{k2} \left(G_{2,t}(s_{2,t}; \gamma_2, c_2)\right) \quad k = 1,2$$

Eşitlik-12 Eşitlik-11'de yerine yazılarak düzenlenince;

$$(13) \quad R_t = (1 - G_{2,t}) \left((1 - G_{1,t})P_{11} + (G_{1,t})P_{21} \right) + (G_{2,t}) \left((1 - G_{1,t})P_{12} + (G_{1,t})P_{22} \right)$$

burada $G_{1,t}(\cdot)$ ve $G_{2,t}(\cdot)$ iki farklı (geçiş) değişkenine ($s_{1,t}$ ve $s_{2,t}$), konum (c_1 ve c_2) ve hız (γ_1 ve γ_2) parametrelerine sahip iki farklı lojistik fonksiyondur. Kısaca özetlersek; DSTCC-GARCH modelinde birinci geçiş fonksiyonu iki farklı rejim tanımlamakta (P_1 ve P_2), ikinci geçiş fonksiyonu da birincinin tanımlamış olduğu her bir farklı rejim içinde yeni iki farklı rejim tanımlamaktadır ($P_1 \rightarrow P_{11}$ ve P_{12} ; $P_2 \rightarrow P_{21}$ ve P_{22}).

4.2 Geçiş Değişken(ler)inin Belirlenmesi

STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modellerinin koşullu korelasyonu açıklama becerisi seçilen geçiş değişken(ler)inin koşullu korelasyonu etkileyen faktörleri temsil etme gücüne bağlıdır. Koşullu korelasyonun zaman içerisinde değiştiğini varsaymakta olan bu modellerin tahminlerinin (estimation) anlam kazanabilmesi için koşullu korelasyonun sabit olmadığı bilinmesi gerekmektedir. Silvennoinen ve Teräsvirta (2005 ve 2009) bu maksatla "Lagrange Multiplier" (LM_1 ve LM_2) testlerini geliştirmişlerdir. Modeller belirlenen geçiş değişken(ler)i ile tahmin (estimate) edilmeden önce koşullu korelasyonun bu değişken(ler)e göre zaman içinde değişip değişmediği test edilmelidir. Aksi takdirde, gerçek korelasyon zaman içerisinde bu değişkenlere göre sabit olduğu halde STCC ve DSTCC modellerinin tahmin edilmesi geçiş fonksiyonunda "identification" problemi oluşturmakta ve tahmin edilen tüm parametreler "inconsistent" olma riski taşımaktadır. Dolayısıyla tahmin edicilerin asimptotik özellikleri geçersiz duruma düşmektedir. Bu sebepten ötürü STCC-GARCH modelini tahmin etmeden önce koşullu korelasyonun zaman içerisinde belirlenen geçiş değişkenine göre anlamlı olarak değişmediği (sabit olduğu) boş hipotezi test edilmeli (Silvennoinen ve Teräsvirta (2005)) ve boş hipotez ret edilirse STCC tahmin edilmelidir. İkinci aşamada ise, tahmini yapılan STCC modeli ikinci bir geçiş fonksiyonuna (veya değişkenine) ihtiyaç duymadığı hipotezi test edilmeli (Silvennoinen ve Teräsvirta (2009)) ve ret edilirse DSTCC modeli tahmin edilmelidir. Bu aşamada belirtilmesi gereken önemli bir noktada şudur ki, boş hipotezin ret edilememesi koşullu korelasyonun zaman içerisinde sabit olduğu genel sonucunu değil sadece test edilen değişkenden zaman içerisinde etkilenmediği sonucunu vermektedir.

Yapılan araştırmanın amacına bağlı olarak ilgilenilen değişkenlerin korelasyon üzerinde etkisi olup olmadığı öncelikle LM_1 ve LM_2 testleri ile sınanmalı ve koşullu korelasyonun bu değişken(ler)e göre zaman içerisinde sabit olmadığı sonucuna varılırsa STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modellerinin tahmin edilmesi ile seriler arasındaki korelasyonun bu değişken(ler)den nasıl etkilendiği ortaya çıkarılabilir.

Bu proje kapsamında ilgilendiğimiz ve etkilerini test etmek istediğimiz değişkenleri başında zaman değişkeninin kendisi gelmektedir. Bu değişken ile spot ve vadeli getiriler arasındaki korelasyonda artan bir trend olup olmadığı araştırılarak 2005 yılında kurulmuş olan VOB'un ilk dönemlerinde beklenen piyasa verimsizliğinin zaman içerisinde nasıl ve hangi hızla iyileştiğinin ortaya konulması planlanmaktadır. Ayrıca getiriler arasındaki korelasyonun küresel volatiliteden, piyasa volatilitelerinden, piyasa yapılarından ve trendlerinden ve piyasalardan gelen iyi veya kötü haberlerden etkilenip etkilenmediği test edilmiştir. Küresel volatilitenin ölçüsü olarak VIX endeksi, ülke volatilitelerinin ölçüsü olarak koşullu varyans, hata terimlerinin ve standardize edilmiş hata terimlerinin karesi ve mutlak değeri ve iyi ve kötü haberin ölçüsü olarak hata terimleri ve standardize edilmiş hata terimleri kullanılmıştır. Bunlara ek olarak varlıklara ait vadeli ve spot getiriler arasındaki korelasyonun faiz oranlarının (TL, Dolar ve Euro için) seviyesinden ve değişiminden, reel faiz oranından, vadeli piyasalarda oluşan açık pozisyondan ve işlemi gerçekleştirilen kontrat sayısından, açık pozisyonun kontrat sayısına oranından (oran endeksi) ve vadeli ile spot piyasalarda oluşan fiyatlar arasındaki farktan (baz endeksi) nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

4.3 Kestirim Metodu

Yukarıda açıklanan STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modellerine ait denklem sistemleri eşanlı (simultaneous) olarak standardize edilmiş hata terimlerinin koşullu olarak normal dağıldığı varsayımı altında Maksimum Olabilirlik (maximum likelihood) yöntemiyle tahmin edilmiştir.

$$(14) \quad z_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, R_t)$$

burada $z_t = D_t^{-1} \varepsilon_t$ koşullu standart sapmalar ile standardize edilmiş hata terimleridir. Böylece her bir t gözlemi için logaritmik olabilirlik fonksiyonu Eşitlik-15'deki gibi olmaktadır.

$$(15) \quad l_t = -\log(2\pi) - (1/2) \sum_{i=1}^2 \log(h_{i,t}) - (1/2) \log|R_t| - (1/2) z_t' R_t^{-1} z_t$$

Model parametreleri $\sum_{t=1}^T l_t$ toplamının maksimize edilmesi ile tahmin edilerek, tahmin edilen parametrelerle zamana bağılı değişen koşullu korelasyon serisi üretilecektir.

STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modellerini oluşturan denklemlerde parametreler doğrusal olmayan bir formda olmaları nedeniyle her parametre için kapalı formda çözüm bulmak mümkün değildir. Dolayısıyla olabilirlik fonksiyonun maksimum değeri iterasyon yöntemi ile bulunabilmektedir. Bu durumda model parametreleri için kullanılan başlangıç değerleri büyük önem kazanmaktadır. Kullanılan her başlangıç değeri kümesi ile algoritma farklı optimal noktalara yakınsayabilmektedir. Bu şartlar altında bulunan optimal noktalar arasından global maksimumu bulabilme çabası olarak geçiş fonksiyonu içerisindeki parametreleri için “grid search” yöntemi kullanılmıştır. Diğer parametrelerin başlangıç değerlerinin bulunabilmesi için Silvennoinen ve Teräsvirta (2005) önerdiği sıralı tahmin yöntemi kullanılmıştır. Bütün parametreler için belirlenen başlangıç değerleri ile denklem sistemi eş anlı tahmin edilmesiyle nihai sonuçlar elde edilmiştir. STCC ve DSTCC modellerini tahmin etmek ve LM testlerini yapabilmek için hazır ekonometri paket programı bulunmamaktadır. Proje kapsamında STCC-GARCH tahminleri ve LM₁ test istatistiği (Silvennoinen ve Teräsvirta (2005)) için başarıyla sonuçlandırdığımız 110K447 nolu TÜBİTAK araştırma projemiz kapsamında hazırlamış olduğumuz RATS programı kodları kullanılmıştır. DSTCC-GARCH tahminleri ve LM₂ test istatistiği (Silvennoinen ve Teräsvirta (2009)) için kullanılan RATS program kodları projemiz süresinde başarıyla hazırlanmıştır.

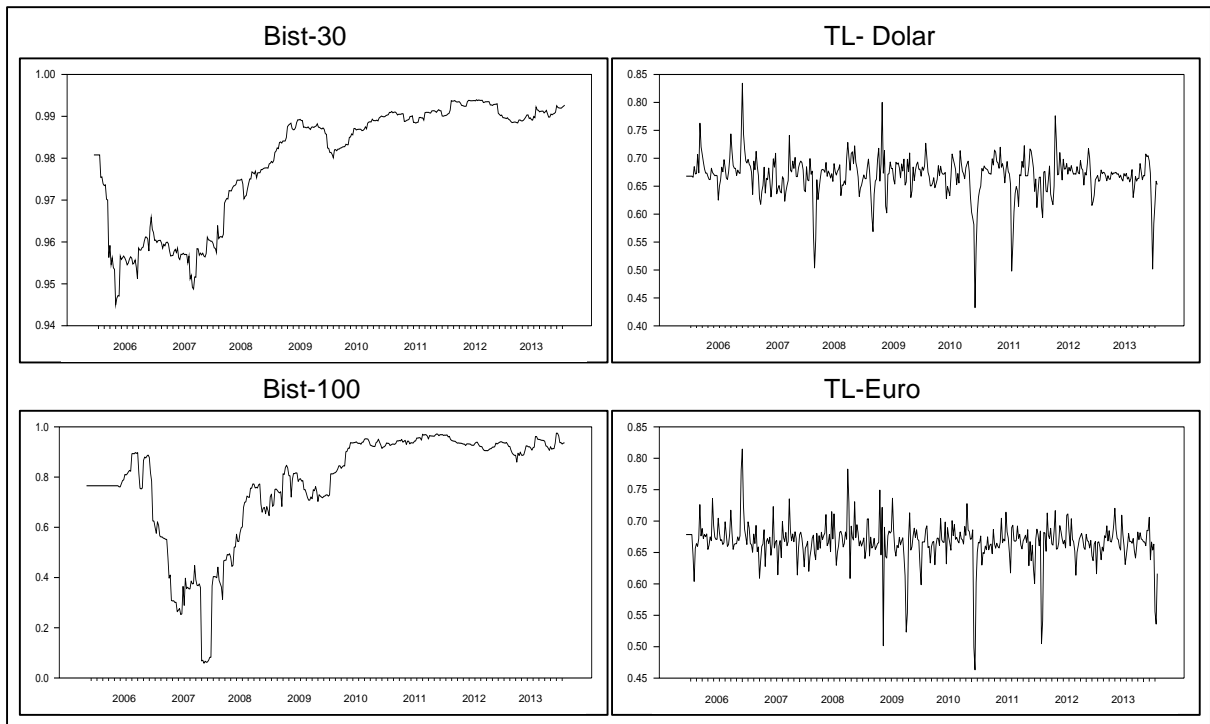
5. BULGULAR

Vadeli ve spot getiriler arası koşullu korelasyon her bir varlık için (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) ayrı ayrı DCC-GARCH, STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH spesifikasyonlarıyla modellenmiştir. Modeller hazırlamış olduğumuz RATS 8.0 program kodlarıyla tahmin edilmiştir. Modellere ait nihai tahmin sonuçlarının ekonometri programı (RATS 8.0) çıktıları sırasıyla Ekler bölümünde sunulmuştur. Model bulgularının yorumlanmasında model parametrelerinin teker teker izah edilmesi yerine daha bilgilendirici olan tahmin edilen model parametreleriyle oluşturulan dinamik (zamana bağılı değişen) koşullu korelasyon serilerinin grafikleri kullanılmıştır.

5.1 DCC-GARCH Modeli

DCC-GARCH modelinden elde edilen koşullu korelasyon grafikleri her bir varlık için (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) Şekil 5’de verilmiştir. Şekilden açıkça görüldüğü üzere hisse

senedi endekslerine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyonlarda artan bir trend etrafında, döviz kurlarına ait korelasyonlarda ise 0,68 seviyesi etrafında dalgalı dinamik bir yapı mevcuttur. Hisse senedi endekslerinin korelasyonları zaman içerisinde artarak 2010 yılı itibariyle nerdeyse tam korelasyon (perfect correlation; $\rho=1$) seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuçlar çerçevesinde hisse senedi endeks vadeli sözleşmelerinin (futures'larına) fiyatlandırılmasında VOB'un verimli olduğu söylenebilir. Fakat aynı durum döviz kurlarına ait futures'lar için geçerli olduğunu söylemek mümkün değildir. Bununla birlikte VOB'un döviz kurları için verimsiz olduğu sonucuna varılması da mümkün değildir. Korelasyonların dinamik yapılarını açıklayabilen değişkenlerin tespiti için STCC ve DSTCC modellerinin tahminine geçilmiştir.



Şekil 5) Vadeli ve spot getiriler arası korelasyon (DCC-GARCH modeli)

5.2 Sabit Koşullu Korelasyon Boş Savının Sınanması

Yöntem kısmında anlattığımız üzere STCC ve DSTCC modellemesine korelasyon üzerinde etkisi olabileceği düşünülen değişkenlerin LM_1 testi (Silvennoinen ve Teräsvirta (2005)) sınamasıyla başlanmıştır. LM_1 istatistiğinin hesaplanmasında kullanılan kısıt altındaki parametrelerin değerleri CCC-GARCH modelinin tahmin edilmesiyle elde edilmiştir. Yukarıda belirttiğimiz gibi geçiş değişkeni olarak;

- zaman,
- küresel volatilité: VIX endeksi,

- piyasa volatiliteleri: vadeli ve spot piyasalara ait koşullu varyanslar (vol.), hata terimlerinin ve standardize edilmiş hata terimlerinin mutlak değerleri ve kareleri ($A[err.]$, $A[serr.]$, $S[err.]$ ve $S[serr.]$)
- piyasa gelişmeleri: vadeli ve spot piyasalara ait hata terimleri ve standardize edilmiş hata terimleri (err. ve serr.)
- faiz oranlarının seviyesi ve değişimi: TL, Dolar ve Euro (i-rate ve Δ i-rate)
- reel faiz oranı (ri-rate)
- vadeli piyasalarda gerçekleşen açık pozisyon (OP.) ve kontrat sayısı (N.)
- baz endeksi: vadeli ve spot fiyatlar arasında oluşan farkın oranı (Basis.)
- oran endeksi: açık pozisyonun kontrat sayısına oranı (Ratio)

değişkenleri dördüncü gecikmelerine kadar kullanılmıştır. Böylece her varlık (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) için 97 değişken ile ayrı ayrı LM test istatistikleri hesaplanmış ve anlamlı geçiş değişkenleri Tablo 3'de verilmiştir. DCC-GARCH model bulguları doğrultusunda beklendiği gibi hisse senedi endeksleri için zaman değişkeni sabit koşulu korelasyon boş hipotezini en güçlü ret eden değişkendir. Buda zaman değişkeninin vadeli ve spot getiriler arasındaki korelasyonu anlamlı olarak etkilediğini ve korelasyonda trend olduğunu göstermektedir. Döviz kurları için ise zaman değişkeni korelasyonun sabit olduğu hipotezini ret edememekte dolayısıyla zaman içerisinde vadeli ve spot döviz kuru getirileri arası korelasyonda bir trend olmadığı sonucu teyit edilmektedir.

Tablo 3) Sabit Koşullu Korelasyon Savı LM İstatistikleri

Bist-30		Bist-100		TL-Dolar		TL-Euro	
Değişken	LM istat.	Değişken	LM istat.	Değişken	LM istat.	Değişken	LM istat.
Zaman	105,98	Zaman	119,57	$S[err.F]-L1$	46,34	$S[serr.S]-L1$	37,36
ri-rate-L1	72,85	i-rate-L1	181,76	$S[serr.F]-L1$	37,91	$A[serr.S]-L1$	34,73
i-rate-L1	67,35	ri-rate-L1	150,67	$A[err.F]-L1$	34,35	$A[err.S]-L1$	33,39
Basis-L1	63,52	Basis-L1	32,67	$A[serr.F]-L1$	30,35	Vix-L1	29,27
Ratio-L3	56,40	Ratio-L3	22,32	Ratio-L1	27,21	$S[err.S]-L1$	28,34
OP-L1	50,05	OP-L1	6,46	$S[err.S]-L1$	19,22	N-L1	22,59
N-L1	38,44	N-L1	7,69	$S[serr.S]-L1$	17,91	$A[serr.F]-L1$	20,97
Vix-L4	20,43	Vix-L4	7,45	$A[err.S]-L1$	17,54	Ratio-L1	20,42
$A[err.F]-L4$	4,86	vol.S-L2	12,84	$A[serr.S]-L1$	15,35	$S[serr.F]-L1$	17,96
$A[serr.F]-L4$	4,20	err.L3	10,93	Vix-L1	18,40	$A[err.F]-L1$	17,18
		serr.L3	10,65	err.F-L1	17,45	$S[err.F]-L1$	11,93
		$A[err.S]-L4$	8,59	serr.F-L1	18,75	err.F-L1	9,74
		$S[err.S]-L4$	9,14	N-L1	16,61	serr.F-L1	9,37
				OP-L3	11,30	Δ i-rate-L4	9,62
				Basis-L1	6,95	err.S-L1	4,39
				serr.S-L1	8,75	OP-L1	4,50
				err.S-L1	5,21		
				Δ i-rate-L4	5,02		

Küresel volatilité (vix) dört varlığa ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyonu anlamlı olarak etkilemektedir. Buna ek olarak bütün korelasyonların dinamik yapısında baz endeksi, oran endeksi, açık pozisyon ve kontrat sayısı önemli rol oynamaktadır (Tablo-3). Faiz oranlarının ve reel faiz oranlarının seviyesi hisse senedi endekslerine ait korelasyonları zaman içerisinde belirlerken bu değişkenler döviz kurlarına ait korelasyonların dinamik yapısı üzerinde açıklayıcı bir güce sahip değildir. Tablo-3'ün ortaya koyduğu bir diğer önemli nokta ise; hisse senedi endekslerinden Bist-30 ait korelasyon vadeli piyasaların volatilitesine ($A[err.F]$: vadeli piyasadaki hata teriminin mutlak değeri ve $A[serr.F]$: vadeli piyasalardaki standardize edilmiş hata teriminin mutlak değeri) anlamlı tepki verirken Bist-100'un korelasyonu spot piyasaların volatilitésinden ($A[err.S]$: spot piyasalardaki hata teriminin mutlak değeri ve $S[err.S]$: spot piyasalardaki hata teriminin karesi) etkilenmektedir.

Tablo-3'de sunulan değişkenlerin vadeli ve spot getiriler arası korelasyonu nasıl etkiledi ve bu değişkenlerin etkisiyle korelasyonun zaman içerisinde hangi değerleri aldığı ilgili değişkenleri geçiş değişkeni olarak kullanan STCC-GARCH modellerinin tahminiyle ortaya çıkarılmış olacaktır.

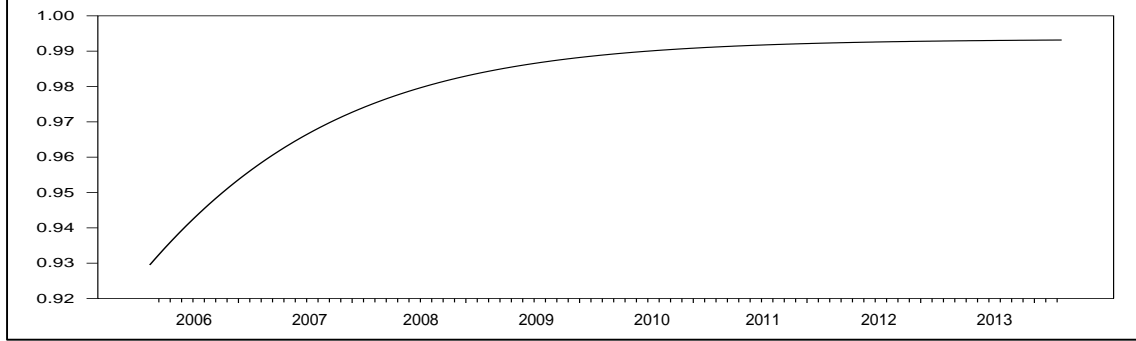
5.3 STCC-GARCH Modeli

STCC-GARCH modeli dört varlık (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) için ayrı ayrı ve her varlık için Tablo-3'de belirtilen değişkenlerin hepsi ile (57 adet model) tahmin edilmiştir. Bu aşamada STCC model bulguları yorumlanırken dikkatli olunması gerekmektedir. LM_1 test sonucunda birbirinden (taşıdıkları bilgi ve yapı olarak) farklı çok fazla anlamlı değişkenin ortaya çıkması bunlardan sadece birini kullanan STCC model bulguları üzerinde soru işareti oluşturmaktadır. Bu sebeple sadece en başarılı modeller rapor edilerek model bulguları korelasyon grafikleriyle yorumlanmıştır.

5.3.1 Bist-30

Tahmini yapılan STCC-GARCH modelleri arasında, sabit koşullu korelasyon boş hipotezini en güçlü olarak ret eden değişken olan zamanı geçiş değişkeni olarak kullanan STCC modeli ML istatistiğine göre en iyi modeli vermektedir. Zamanın geçiş değişkeni olarak kullanıldığı STCC-GARCH modelinden elde edilen koşullu korelasyon grafiği Şekil 6'de verilmiştir. DCC-GARCH modeli sonuçları ile uyumlu olarak Bist-30 endeksine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyonda artan trend bu şekilde açıkça görünmektedir. Korelasyon VOB'un ilk açıldığı gün

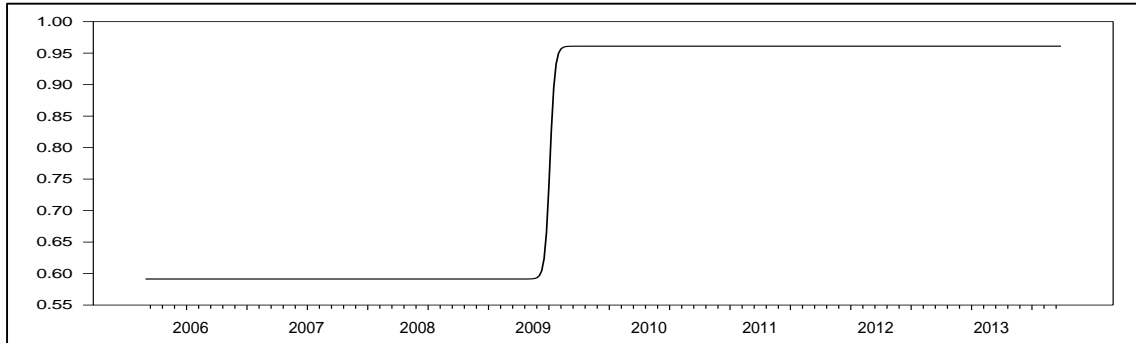
itibariyle yine çok yüksek olan 0,93 seviyelerinden artmaya başlamış ve 2011 yılı itibariyle tam korelasyon seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 6) Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde zaman değişkeni geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

5.3.2 Bist-100

Diğer hisse senedi endeksi (Bist-100) için de en iyi STCC-GARCH modeli zamanı geçiş değişkeni olarak kullanan STCC modelidir (Şekil 7). Bist-100 endeksine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyon 2008 yılı sonuna kadar 0,6 seviyelerinde iken (Bist-30 ile karşılaştırıldığında oldukça düşük) 2009 yılı itibariyle hemen hemen tam korelasyon seviyelerine çıkmıştır. Dolayısıyla Bist-30 endeksi için VOB tamamen verimli iken Bist-100 endeksi için 2009 yılı itibariyle verimli işlemeye başlamıştır.

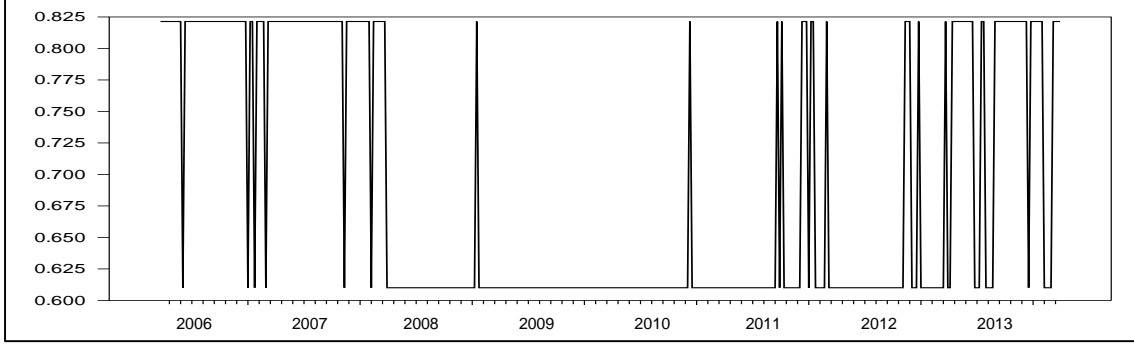


Şekil 7) Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde zaman değişkeni geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

5.3.3 TL-Dolar

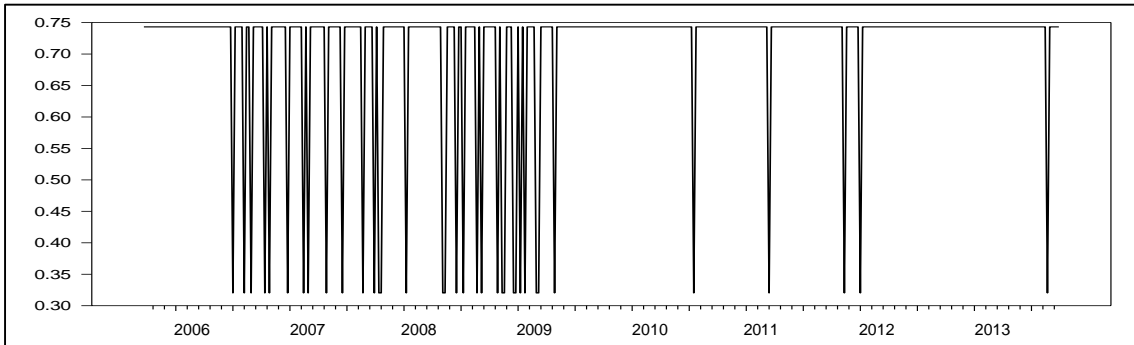
Vadeli ve spot dolar getirileri arası korelasyonu ML değerlerine göre en iyi STCC-GARCH spesifikasyonu altında modelleyen değişkenler VIX endeksinin ve baz endeksinin birinci gecikmeleridir. Şekil 8'de VIX endeksi kullanıldığında elde edilen korelasyonlar sunulmuştur.

Zaman içerisinde korelasyon 0,61 ile 0,82 değerleri arasında dalgalanmaktadır. Korelasyonun yüksek olduğu dönemler küresel olarak volatilitenin düşük olduğu dönemlere denk gelmektedir. Bir diğer ifadeyle VIX endeksi tahmin edilen eşik değerden (16) düşük iken yani volatilité düşük iken korelasyon yüksek (0,82) seyretmektedir.



Şekil 8) Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

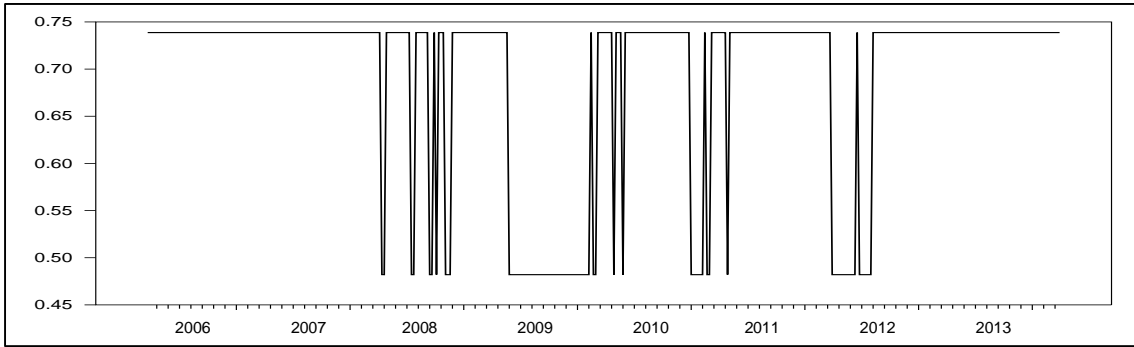
Baz endeksinin birinci gecikmesini kullanan STCC modelinden üretilen vadeli ve spot dolar getirileri arası korelasyon Şekil 9'de verilmiştir. Baz endeksinin değerine göre korelasyon zaman içerisinde 0,32 - 0,74 bandında gidip gelmektedir. Endeksin %2,5'den büyük olduğu dönemlerde korelasyon azalmakta ve 0,32 değerini almakta ve endeks bu değer altına indiği dönemlerde korelasyon 0,74 seviyelerine yükselmektedir. Bu aşamada hangi korelasyon yapısının (VIX endeksi vs Baz endeksi) daha gerçekçi olduğu noktasında bir sonuca varmak mümkün değildir. Yukarıda belirttiğimiz gibi DSTCC modelinin tahmin edilmesiyle korelasyon yapısına ilişkin daha iyi sonuçlar elde edilmesi beklenmektedir.



Şekil 9) Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

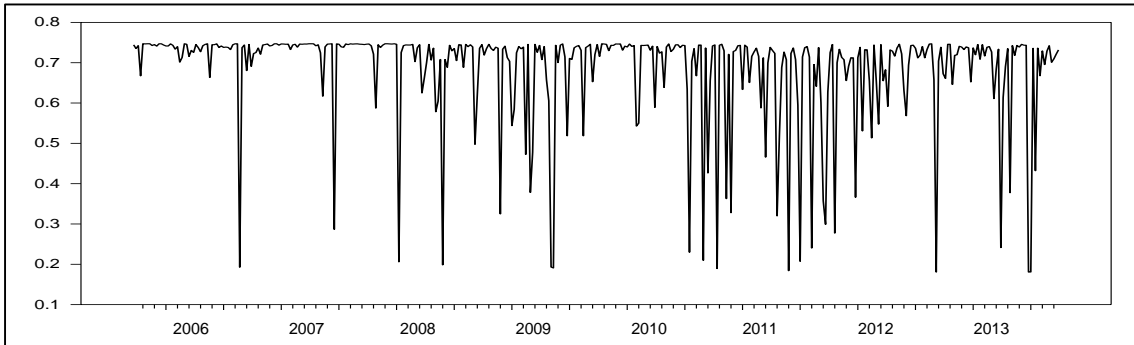
5.3.4 TL-Euro

VIX endeksine ek olarak (dolar kurundan farklı olarak), vadeli ve spot Euro getirileri arası korelasyon için vadeli ve spot piyasaların volatilitelerini ve oran endeksini kullanan STCC modelleri en iyi ML sonuçlarını vermektedir. VIX endeksini kullanan STCC modelinden elde edilen korelasyonlar Şekil 10'da sunulmuştur. Koşullu korelasyon zaman içerisinde 0,48 ile 0,74 değerlerinden birini almaktadır. Dolar kurunda olduğu gibi küresel volatilitenin düşük olduğu dönemlerde korelasyon yüksek değeri almakta ve volatilitenin arttığında korelasyon 0,48 seviyesine düşmektedir. Fakat euro futures'ları için tahmin edilen eşik değeri (26) dolar futures'larından (16) daha yüksektir. Dolayısıyla dolar futures'ları küresel huzursuzluklara daha erken tepki vermekte ve VIX endeksi daha 16 civarında iken korelasyon seviyesi azalmaktadır.



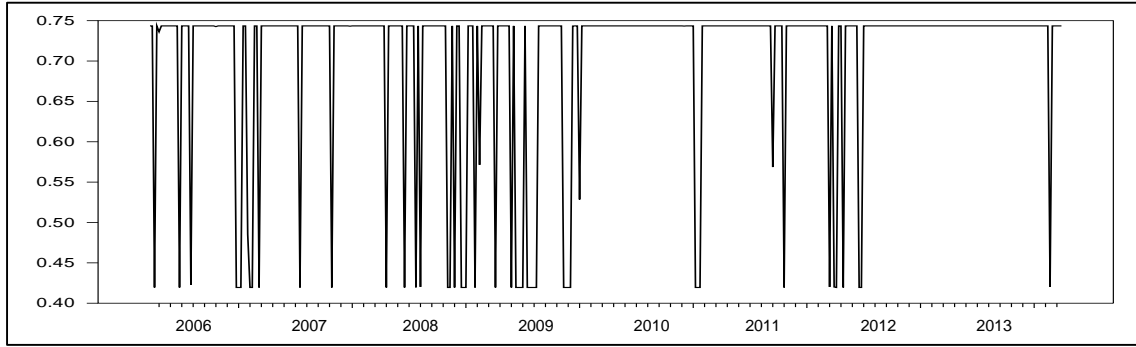
Şekil 10) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

Geçiş değişkeni olarak oran endeksi (ratio) kullanıldığında vadeli ve spot euro getirileri arası korelasyon 0,18 ile 0,76 arasında değerler almaktadır (Şekil 11). Açık pozisyonların oranı %50'nin üzerine çıktığı dönemlerde korelasyon azalarak 0,18 seviyelerine inmektedir.

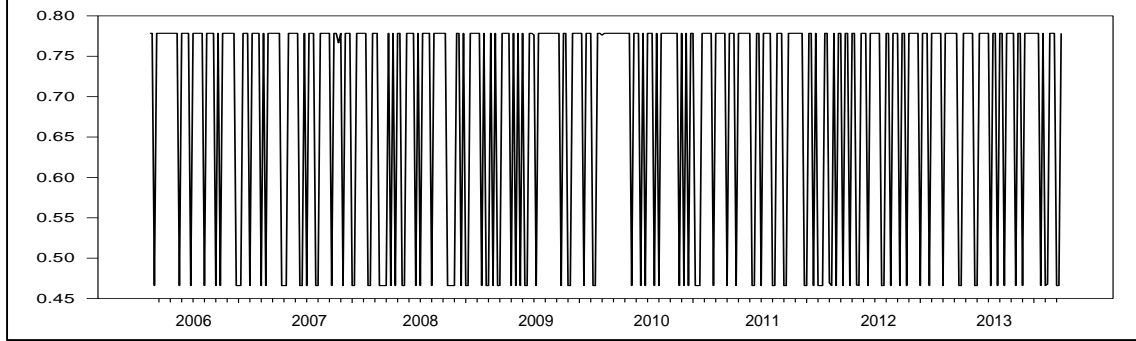


Şekil 11) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde oran endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında)

Vadeli ve spot piyasalardaki volatilitiyi geçiş değişkeni olarak kullanan STCC modellerden üretilen euro kuruna ait korelasyonlar Şekil 12 ve Şekil 13'de çizilmiştir. Vadeli piyasalardaki volatiliteye göre korelasyon 0,42 ile 0,74 arasında dalgalanırken spot volatiliteye göre 0,47 ile 0,78 arasında değerler almaktadır. Dönem boyunca korelasyon her iki piyasanın volatilitesine göre aynı tepiyi vermektedir; volatilitenin yükseldiği ve eşiğin üstüne çıktığı dönemlerde korelasyon azalmaktadır. Her iki piyasa volatiliteleri korelasyonun uç değerleri için çok yakın değerler öngörseler de, spot piyasanın öngördüğü dalgalanmalar daha fazladır.



Şekil 12) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde vadeli piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında ($a_{[err.F]}-L1$))



Şekil 13) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (STCC-GARCH modelinde spot piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi geçiş değişkeni olarak kullanıldığında ($a_{[serr.S]}-L1$))

5.4 STCC Modelinin Test Edilmesi

Tablo 3'de sunulan geçiş değişkenlerinin tamamı ile STCC-GARCH modeli (57 adet model) tahmin edilmiştir. Tahmini yapılan bütün STCC modellerinin LM_2 testi (Silvennoinen ve Teräsvirta (2009)) kullanılarak ikinci bir geçiş fonksiyonuna (veya değişkenine) ihtiyaç duymadığı boş hipotezi sınanmıştır. Diğer bir ifadesiyle STCC modelinde kullanılan birinci geçiş değişkeni kontrol edilirken vadeli ve spot getiriler arası korelasyonu zaman içerisinde etkileme gücü olan ikinci değişkenlerin etkisi test edilmektedir. Bu maksatla STCC modeli

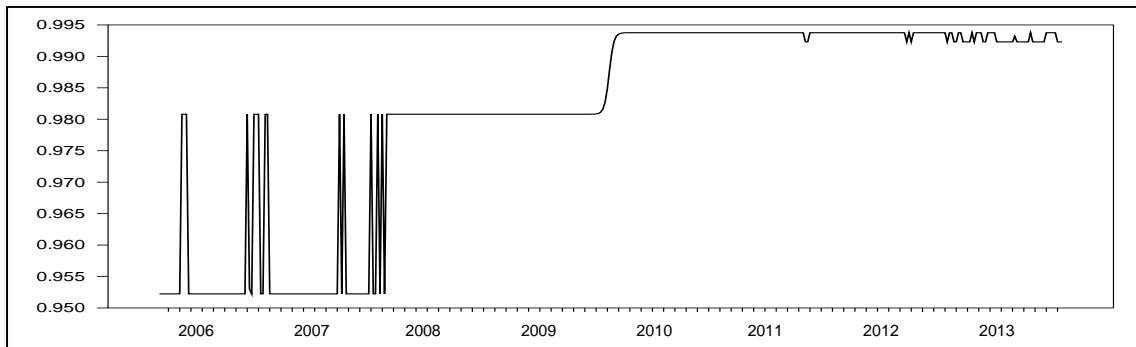
öncesi test edilen değişkenlerin tamamı tekrar göz önünde bulundurulmuş ve test sürecine dâhil edilmiştir. Dolayısıyla tahmini yapılan 57 STCC-GARCH modelinin hepsinde 97 değişken için LM_2 test istatistiği hesaplanmış ve sonuçları raporlanmıştır⁵. Buradaki LM_2 testi durumunda kısıtlı model ikinci geçiş değişkenine ihtiyaç duymayan STCC-GARCH modelidir ve LM_2 test istatistiği hesaplamasında kısıt altındaki parametreler için STCC modeli sonuçları kullanılmıştır.

5.5 DSTCC-GARCH Modeli

Vadeli ve spot getiriler arası koşullu korelasyonun dinamik yapısının ve özelliklerinin ortaya çıkarılması için DSTCC-GARCH modeli LM_2 testi ile tespit edilen tüm ikinci geçiş değişkenleri ile bütün varlıklar için (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) ayrı ayrı tahmin edilmiş ve koşullu korelasyon serileri üretilmiştir. Sonuçlar arasından ML değerine göre en başarılı modellerin nihai tahmin sonuçlarına ait RATs program çıktıları Ekler bölümünde sunulmuştur. Önceki modellerin yorumlanmasında olduğu gibi sonuçlar üretilen koşullu korelasyon serilerinin grafikleri üzerinden izah edilmiştir.

5.5.1 Bist-30

Bist-30 hisse senedine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyonun modellenmesinde en başarılı üçüncü model zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesini kullanan DSTCC-GARCH modelidir. Bu modelin sonuçları ile üretilen koşullu korelasyon serisi Şekil 14’de verilmiştir.



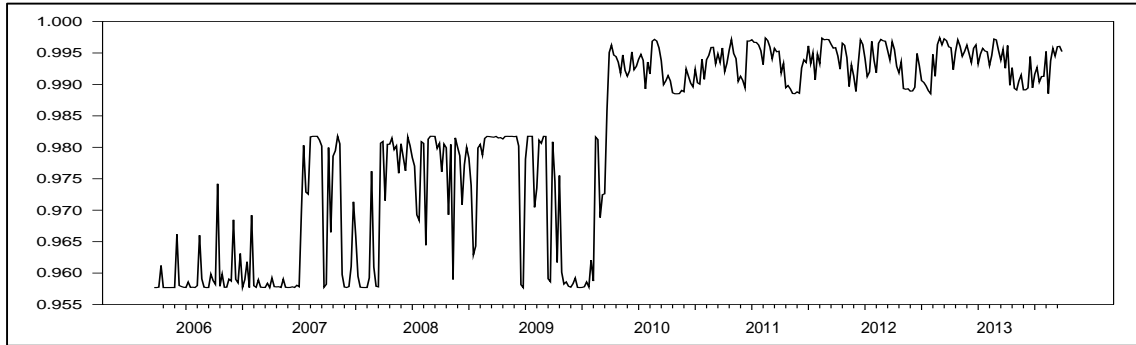
Şekil 14) Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

2009 yılının üçüncü çeyreğine kadar korelasyon ikinci geçiş değişkeni VIX endeksinin değerine bağlı olarak 0,95 ile 0,98 arasında değer almaktadır. Küresel volatilitenin düşük olduğu

⁵ LM_2 testi (Silvennoinen ve Terasvirta (2009)) sonuçları çalışmanın özünü tablo kalabalığından kurtarmak adına bu çalışmada sunulmamıştır. İstek üzerine ilgilileriyle paylaşılabilir.

dönemler koşullu korelasyon düşük değerini (0,95) yükseldiğinde ise artarak 0,98 değerini almaktadır. 2010 yılı itibariyle korelasyon yüksek rejime geçmiş ve VIX endeksi korelasyon üzerindeki açıklayıcı gücünü kaybetmiştir. Bu tarihten itibaren VIX endeksi istatistiksel olarak anlamsız küçük dalgalanmalar oluşturmaktadır.

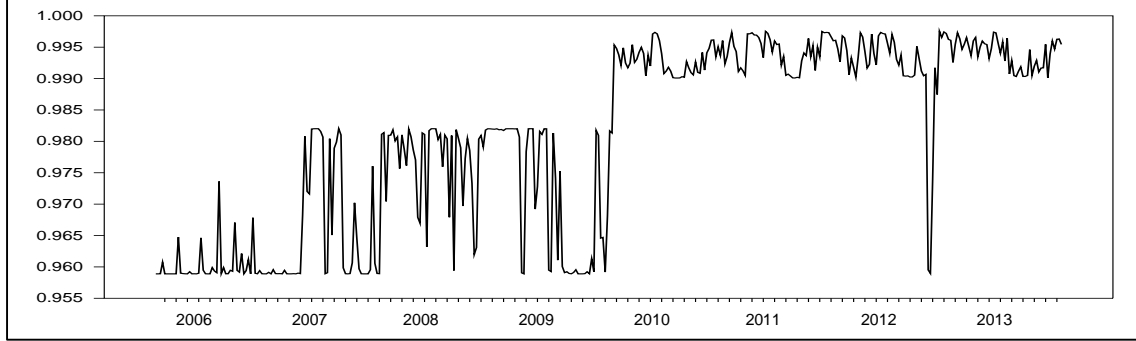
Zaman ve baz endeksinin ikinci gecikmesi Bist-30 endeksi için en başarılı ikinci modeli oluşturmaktadır. Bir önceki modelde olduğu gibi zaman içerisinde korelasyon 2009 yılı ortalarında yüksek korelasyon rejimine geçiş yapmaktadır (Şekil 15). Bu tarihten önce korelasyon baz endeksinin değerine göre 0,95 ile 0,98 arasında değer almaktadır. Korelasyon, baz endeksi tahmin edilen eşik değerden (0,00) küçük ise (yani vadeli fiyatlar spot fiyatlardan küçükse) 0,95 değerini almakta endeks pozitif değerlere yükseldiğinde artarak 0,98 olmaktadır. Bir diğer ifadeyle fiyatlarda oluşan anomaliler korelasyonun azalmasına ve beklendiği üzere verimli piyasadan uzaklaşılmasına neden olmaktadır. 2010 yılı itibariyle korelasyon yüksek rejime geçerek 0,988 ile 0,997 arasında değer almaya başlamaktadır. Aynı şekilde bu dönemde gerçekleşen fiyat anomalileri korelasyonun azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 15) Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

Bu hisse senedi için en başarılı model Şekil 16' da grafiği sunulan faiz oranının birinci gecikmesini ve baz endeksinin ikinci gecikmesini kullanan DSTCC-GARCH tarafından üretilmektedir. Genel hatlarıyla bu model ikinci başarılı model ile aynı dinamikleri üçüncü başarılı model ile de çok benzer dinamikleri ortaya koymaktadır. Bu modelin öne çıkan başarısı 2012 Haziran ayında oluşan dengesizliği yakalamasındadır. Faiz oranının yüksek seyrettiği dönemlerde (eşik değerinin (%9,3) üzerinde olduğu) korelasyon baz endeksinin değerine bağlı olarak 0,96 ile 0,98 arasında değer almaktadır. Vadeli fiyatlar spot fiyatlardan yüksek olduğu sürece korelasyon 0,98 seviyesinde kalır iken fiyat farkı negatif olduğunda korelasyon azalmaktadır. Faiz oranlarının eşik değerinin altına düşmesiyle korelasyon yüksek rejime

geçmekte 0,99 ile 1 arasında dalgalanmaktadır. Fiyatlamanın normal olduğu dönemlerde tam korelasyon gerçekleşmektedir.

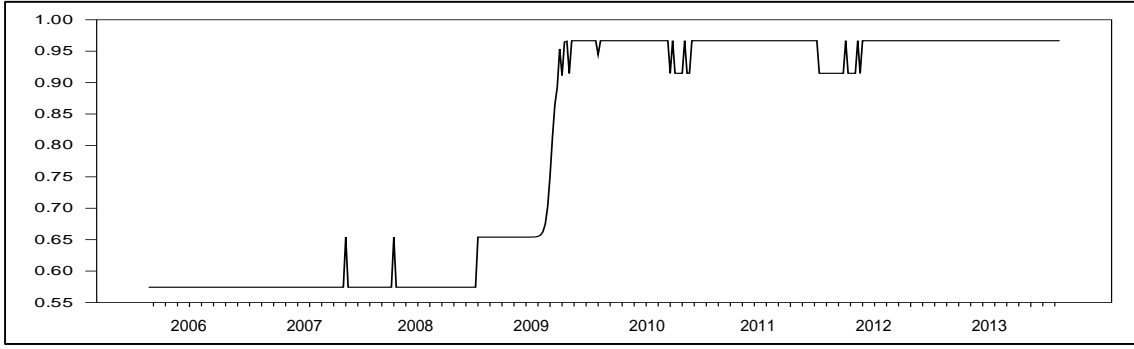


Şekil 16) Vadeli ve spot Bist-30 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde faiz oranının birinci gecikmesi ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

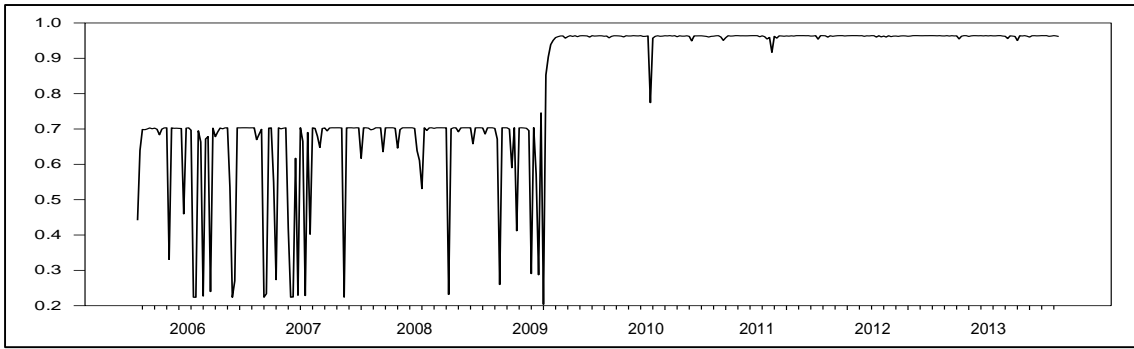
Genel olarak sunumu yapılan bu üç modelden ortaya VOB'un Bist-30 hisse senedi için gayet başarılı fiyatlama yaptığı ortaya çıkmaktadır. Bu hisse senedine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyon her zaman çok yüksek sayılan 0,96 seviyesinin üzerinde olmuş ve 2007 yılı itibariyle 0,98 seviyesini geçmiştir. Zaman içerisinde küresel volatilitenin artması korelasyonu arttırıcı, faiz oranlarının artması ve fiyat anomalilerinin (diğer ifadeyle fiyatlama hatalarının) oluşması korelasyonu azaltıcı etki oluşturmakta ve verimli piyasa ortamından uzaklaştırmaktadır.

5.5.2 Bist-100

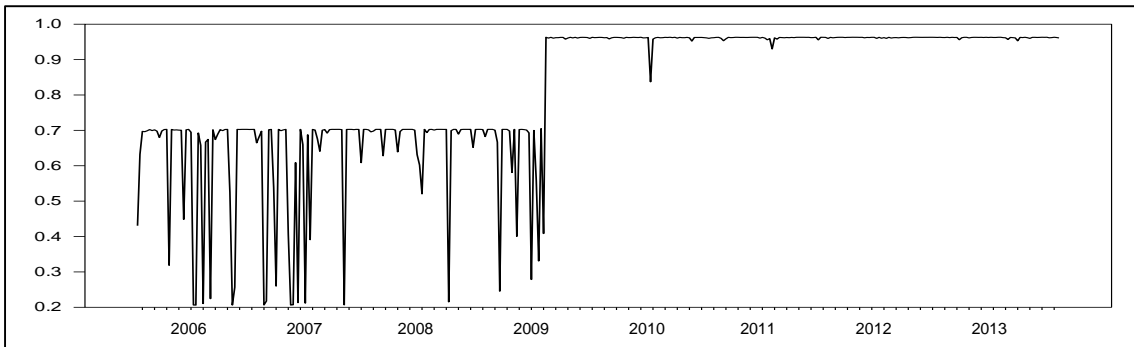
Diğer hisse senedi endeksi için de Bist-30 endeksinde olduğu gibi en başarılı modeller zaman, VIX endeksi ve baz endeksi geçiş değişkenlerini ikili olarak kullanan DSTCC modelleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu değişkenlerin Bist-100 endeksine ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyon üzerindeki etkileri de Bist-30 endeksi ile aynıdır: küresel volatilitenin artması, faiz oranlarının azalması ve vadeli fiyat ile spot fiyat arası farkın pozitif olması korelasyonu yüksek seviyelerde tutmaktadır (Şekil17, Şekil 18 ve Şekil 19). Zaman içerisinde korelasyonun almış olduğu değerleri değerlendirdiğimizde ise endeksler arasında çok ciddi farklar oluşmaktadır. 2009 öncesi Bist-100 endeksinin korelasyonu ortalama olarak 0,6 etrafında dalgalanmaktadır. Bu tarihten sonra ise ortalama olarak 0,95 seviyesine ulaşmaktadır. Dolayısıyla VOB'un Bist-100 endeksini ancak 2009 sonrası verimli olarak fiyatlandırmaya başlamış olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 17) Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)



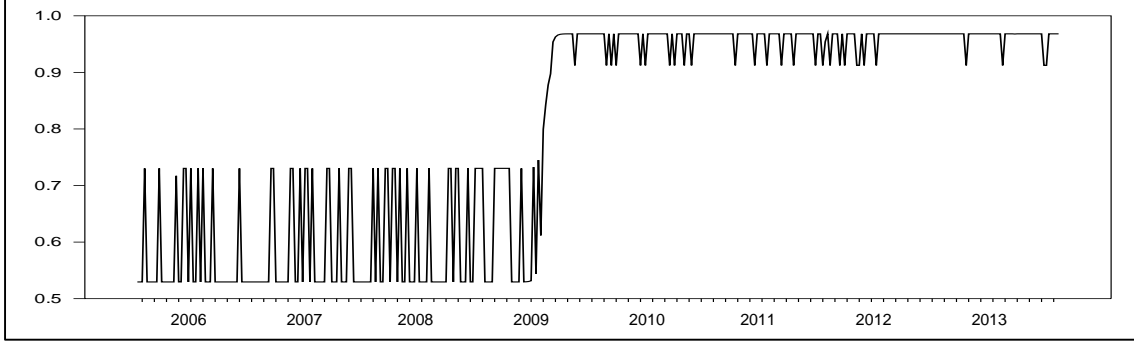
Şekil 18) Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve Baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)



Şekil 19) Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde faiz oranının ve baz endeksinin birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

Ayrıca, Bist-30'dan farklı olarak Bist-100 endeksinde zaman değişkenine ek olarak vadeli piyasa volatilitésinin bir ölçüsünü (vadeli piyasaya ait hata terimlerinin mutlak değeri, $A[err.F]$) kullanan DSTCC-GARCH modeli ML değerine göre en başarılı modeller arasında yer almaktadır. Bu model sonucuna göre de Bist-100 endeksinin korelasyonu 2009 yılında yüksek rejime geçmekte ve 0,91 ile 0,97 arasında değer almaktadır (Şekil 20). Bu tarihten önce ise 0,53 ile 0,73 arasında değer almakta olduğu ortaya çıkmıştır. Bist-100 endeksine ait vadeli ve spot piyasalar arası korelasyon vadeli piyasa volatilitésine bu tarih öncesinde ve sonrasında

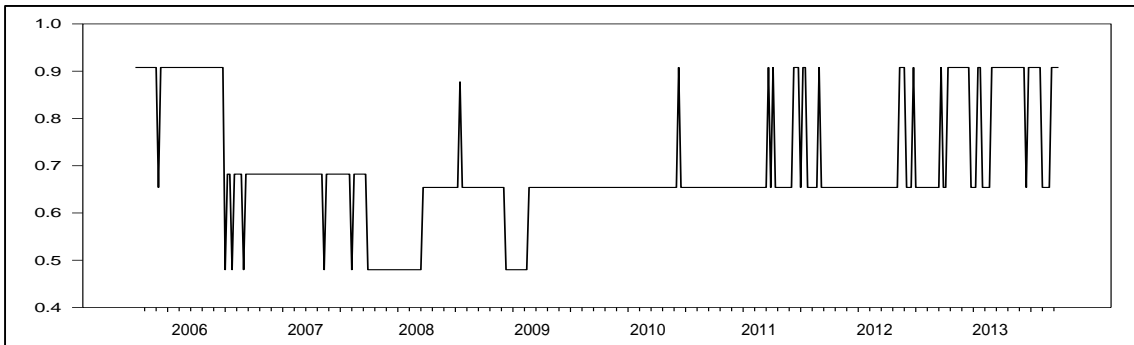
farklı tepkiler vermektedir. 2009 öncesi korelasyon vadeli piyasa volatilitesi ile birlikte artar iken 2009 sonrası volatilité artışı korelasyonda düşüŖe neden olmaktadır.



Şekil 20) Vadeli ve spot Bist-100 getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde zaman ve vadeli piyasa volatilité ölçüsünün üçüncü gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[err.F]))

5.5.3 TL-Dolar

Vadeli ve spot dolar getirileri arası korelasyon için en başarılı ikinci model VIX endeksinin ve faiz oranının (dolar cinsinden) birinci gecikmelerini geçiş değişkenleri olarak kullanan DSTCC modeldir. Şekil 21'den açıkça görüldüğü üzere korelasyon 0,68 etrafında dalgalanmaktadır. Faiz oranları (eşik değerdan (%3,84)) düşük iken korelasyon 0,65 ile 0,91 aralığında küresel duruma göre değeri almakta ve küresel volatilité arttığında korelasyon azalarak düşük noktaya (0,65) gelmektedir. Tam tersi durumda, oranlar yüksek iken korelasyon 0,48 ile 0,68 arasında değeri almakta ve küresel gerginlik dönemleri esnasında 0,48 olmaktadır. Dolayısıyla faiz oranlarındaki artış korelasyonun azalmasına sebep olurken, hisse senedi endekslerindeki durumun tersine küresel volatilitédeki artış korelasyonun azalmasına neden olmaktadır.

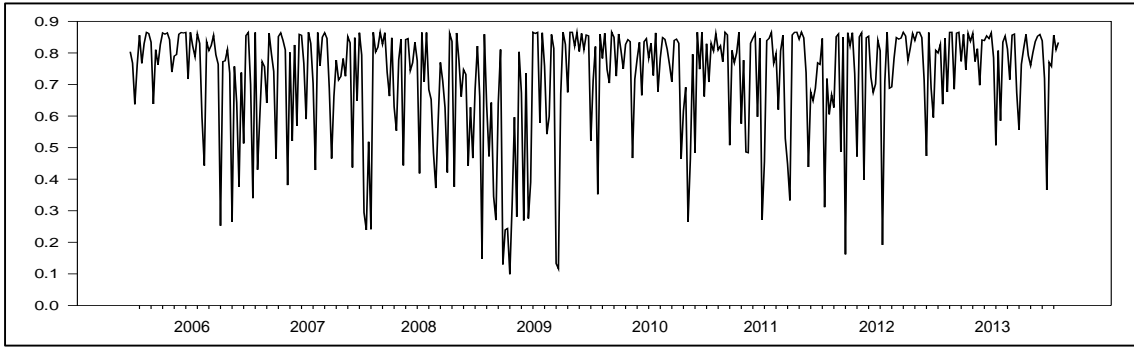


Şekil 21) Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde VIX endeksinin ve faiz oranının birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

Dolar döviz kuruna ait korelasyon için en başarılı sonuçlar baz endeksini iki kere geçiş değişkeni olarak kullanan DSTCC modeli tarafından verilmektedir. Bir önceki modelde olduğu

gibi korelasyon 0,68 etrafında dalgalanmaktadır (Şekil 22). Fiyat anomalilerinin olduğu (vadeli fiyatların spot fiyatlardan düşük olduğu) dönemlerde korelasyon 0,1 seviyelerine gerilemektedir. Aynı şekilde fiyat farkı pozitif olarak artmaya başladığında korelasyon azalmaya başlamakta ve 0,24 noktasına kadar gerilemektedir.

Bu sonuçlar çerçevesinde VOB'un TL-Dolar vadeli sözleşmelerini (futures'ları) verimsiz fiyatlandığını sonucuna varmak mümkün değildir. Giriş kısmında belirttiğimiz gibi tam korelasyondan ayrılma sadece verimsizlik durumunda değil aynı zamanda zamanla değişen risk primi durumunda da söz konusudur. Dolayısıyla bu noktada tam korelasyondan sapmanın nedeni verimsizlik mi yoksa risk priminin değişimi mi ayırt edilememektedir.

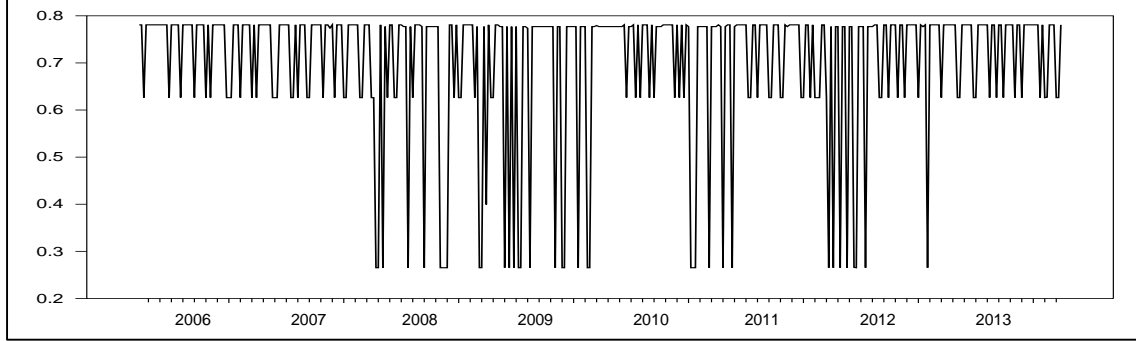


Şekil 22) Vadeli ve spot Dolar getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde iki kez Baz endeksinin birinci gecikmesi geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında)

5.5.4 TL-Euro

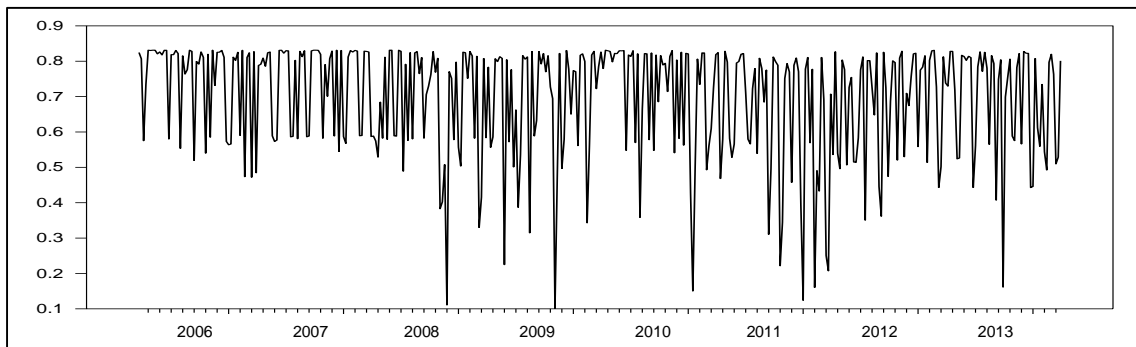
Dolar kurundan farklı olarak euro döviz kuruna ait vadeli ve spot getiriler arası korelasyonu en iyi açıklayan değişken spot piyasa volatilitesinin bir ölçüsü olan standardize edilmiş hata terimlerinin karesidir ($A[serr.S]$). Euro kuru için en iyi ikinci model VIX endeksi ve bu volatilité ölçüsü tarafından oluşturulmaktadır. Korelasyon zaman içerisinde genel olarak 0,62 ile 0,78 değerleri arasında dalgalanmaktadır (Şekil 23). Spot piyasa volatilitesi düşük (piyasa sakin) iken vadeli ve spot euro getirileri arası korelasyon VIX endeksindeki değişimlerden (küresel dalgalanmalardan) etkilenmemekte ve 0,78 değerini almaktadır. Küresel piyasaların sakin olduğu dönemlerde spot piyasa volatilitesindeki artış korelasyonun 0,62 mertebesine gerilemesine sebep olmaktadır. Spot piyasayla aynı dönemde küresel volatilitede artar ise korelasyon daha da azalarak 0,26 noktasına gerilemektedir. Hisse senedi endekslerinden farklı olarak ama dolar kurunda olduğu gibi küresel oynaklık euro kuruna ait korelasyonu azaltmaktadır. Şekil 23'den açıkça görüldüğü gibi küresel dalgalanmaların çok yüksek olduğu 2008 ve 2009 yıllarında vadeli ve spot euro getirileri arasındaki korelasyon en düşük

seviyesinde bulunmaktadır. Aynı şekilde 2010 ve 2011 yıllarının son iki çeyreklerinde de korelasyon sıklıkla düşük seviyelere gerilemektedir.



Şekil 23) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde VIX endeksinin ve spot piyasa volatilité ölçüsünün birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[serr.S]))

Euro kuru korelasyonu için en başarılı model oran endeksinin ve spot piyasa oynaklığının birinci gecikmelerini kullanan DSTCC modelidir. Bu modelden elde edilen korelasyonların sunulduğu şekil 24'den açıkça görüldüğü üzere bir önceki modelle aynı dinamikleri ortaya koymaktadır. Korelasyon genel olarak 0,65-0,88 bandında gidip gelmektedir. Korelasyon spot piyasa volatilitésinin düşük olduğu dönemlerde vadeli piyasada oluşan açık pozisyonun kontrat sayısına oranına bağlı olarak 0,44 ile 0,88 arasında değer almaktadır. Oranın 0,43'ün üzerine çıktığı dönemlerde korelasyon düşük değerine (0,44) gerilemektedir. Spot piyasa volatilitésinin arttığı dönemler ise korelasyon düşük rejime geçiş yapmakta ve 0,06 ile 0,65 arasında dalgalanmakta ve düşük değeri oran endeksinin eşik değerinden düşük olduğu dönemlere denk gelmektedir.



Şekil 24) Vadeli ve spot Euro getirileri arası koşullu korelasyon (DSTCC-GARCH modelinde oran endeksinin ve spot piyasa volatilité ölçüsünün birinci gecikmeleri geçiş değişkenleri olarak kullanıldığında (A[serr.S]))

6. SONUÇ

Bu proje kapsamında Şubat 2005 tarihi itibarıyla vadeli işlem sözleşmelerinin (futures contract) işleme başlandığı Türkiye Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın (VOB) hisse senedi endeksleri ve döviz kuru vadeli sözleşmelerini fiyatlandırma verimliliği incelenmiştir. Teorik olarak, hiçbir arbitraj imkanının bulunmadığı mükemmel bir piyasada (perfect market) bir varlığın spot ve vadeli fiyatları arasında kuvvetli bir ilişki ve getirileri arasında da eşanlı, tam korelasyon (perfect correlation) olmalıdır. Diğer bir ifadeyle, spot ve vadeli getiriler arasındaki korelasyon bire eşit olmalıdır. Dolayısıyla bu proje kapsamında VOB'da işlem gören iki hisse senedi endeksi futures'larına (VOB-Bist30 ve VOB-Bist100) ve iki döviz kuru futures'larına (VOB-TLDolar ve VOB-TLEuro) ait getiriler ile bunların konu olduğu varlıkların spot getirileri arasındaki zamanla değişen koşullu korelasyonlar çok değişkenli GARCH süreçleri ile modellenerek korelasyonun zaman içerisinde almış olduğu değerler ortaya çıkarılarak VOB'un piyasa verimliliği test edilmiştir.

Ayrıca vadeli ve spot getiriler arası korelasyonun dinamik yapısını etkileme gücü olan değişkenler araştırılmıştır. Bu bağlamda korelasyonlarda artan trendin varlığı ve korelasyonlar üzerinde küresel volatilitenin, piyasa volatilitelerinin, piyasa yapılarının ve trendlerinin ve piyasalardan gelen iyi veya kötü haberlerin etkileri bu değişkenlerin çeşitli ölçüleri kullanılarak incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda koşullu korelasyonu doğrudan modelleyen çok değişkenli GARCH süreçleri arasından DCC-GARCH, STCC-GARCH ve DSTCC-GARCH modelleri kullanılarak vadeli ve spot getiriler arasındaki korelasyon Haziran 2005-Ağustos 2013 dönem aralığında her bir varlık (Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro) için ayrı ayrı modellenmiştir.

Korelasyon modellemelerinin yapılabilmesi için proje kapsamında öncelikle vadeli sözleşmeler için S&P-GSCI endekslerinde kullanılan yöntemler ile fiyat endeksleri oluşturulmuştur. STCC ve DSTCC model tahminlerinin yapılabilmesi için henüz hazır ekonometri programı mevcut olmadığı için proje kapsamında bu modellerin tahmini ve test istatistikleri için RATs program kodları hazırlanmış ve kullanılmıştır.

Sonuçlar hisse senedi endekslerine ait korelasyonlarda artan trend olduğunu göstermektedir. Korelasyon seviyesindeki artış Bist-30 endeksi için çok daha hızlı gerçekleşmekte ve 2007 tarihi itibarıyla korelasyon 0,98 seviyesinin üzerine çıkmaktadır. Bist-100 endeksinde ise korelasyon 2009 yılına kadar ortalama olarak 0,6 mertebesinde dalgalanırken ancak 2009 sonrası 0,95 noktasını geçmektedir. Bu sonuçlar bağlamında VOB'un Bist-30 endeksini işleme

başlandığı tarih itibariyle ve Bist-100 endeksini de 2009 tarihinden itibaren verimli olarak fiyatlandırdığı bulgusuna ulaşılmaktadır. Ayrıca her iki hisse senedi endeksine ait korelasyonlar küresel volatiliteden (VIX endeksi), vadeli ve spot fiyatlar arasındaki farktan (baz endeksi) ve faiz oranlarından etkilenmektedir. Genel olarak küresel oynaklığın arttığı dönemlerde hisse senedi endekslerine ait korelasyonlar artmakta, vadeli fiyatlar spot fiyatlardan düşük iken (fiyat anomalisi) korelasyonlar azalmakta ve faiz oranlarındaki artış korelasyonu azaltmaktadır.

Vadeli ve spot döviz getirileri arası korelasyonlarda ise zaman içerisinde artan bir trend tespit edilememiştir. Genel olarak incelenen dönem boyunca korelasyonlar 0,65 etrafında dinamik bir yapıya sahiptir, dalgalanmaktadır. Bu dinamik yapı küresel volatiliteden, piyasa volatilitelerinden, faiz oranından, baz endeksinden ve oran endeksinden etkilenmektedir. Hisse senedi endekslerinden farklı olarak, küresel oynaklıktaki artışlar döviz kuru endekslerine ait korelasyonları azaltmaktadır. Aynı şekilde piyasa volatilitelerindeki artışlarda korelasyonda düşüşe sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu bulgular çerçevesinde VOB'un döviz kuru vadeli sözleşmelerini verimsiz fiyatlandırdığı sonucuna ulaşılamamaktadır. Fakat verimlidir de denilememektedir.

7. REFERANSLAR

Baklacı, H.F. (2007), Türkiye'de Vadeli Döviz İşlemlerinin Spot Döviz Piyasa Volatilitesi Üzerine Etkileri. İktisat İşletme ve Finans, Sayı 250, 53-68.

Başdaş, Ü. (2009). Lead-Lag Relationship between the Spot Index and Futures Price for the Turkish Derivatives Exchange. SSRN Working Paper, <http://ssrn.com/abstract=1493147>.

Bekgöz, S. (2006). Türkiye'de Vadeli Piyasalar ve İMKB Hisse Senedi Piyasası ile Etkileşimi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.

Bekiros, S.D. ve Diks, G.H.C. (2009). The Relationship between Crude Oil Spot and Futures Prices: Cointegration, Linear and Nonlinear Causality. Working paper.

Bera, A. K., ve Kim, S. (2002). Testing constancy of correlation and other specifications of the BGARCH model with an application to international equity returns. Journal of Empirical Finance, 9, 171–195.

Bollerslev, T. (1990). Modeling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized ARCH model. Review of Economics and Statistics 72: 498–505.

Brooks, C., Rew, A. G. ve Ritson, S. (2001). A Trading Strategy based on the lead-lag relationship between the Spot Index and Futures Contract for the FTSE 100. International Journal of Forecasting, 17, 31-44.

Dikmen, A. (2008). Türkiye'de Vadeli İşlemler Piyasasının Gelişimi Perspektifinde Hisse Senedi Endeks Vadeli İşlem Sözleşmelerinin Gelişimi ve Spot Piyasa İle Etkileşimi. SPK Piyasa Gözetim ve Düzenleme Dairesi.

Engle, R. F. 2002. Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. Journal of Business and Economic Statistics, 20, 339–350.

Hernandez, M. ve Torero, M. (2010). Examining the Dynamic Relationship between Spot and Future Prices of Agricultural Commodities. IFPRI Discussion Paper 00988.

Kasman, A. ve Kasman, S. (2008). The Impact of Futures Trading on Volatility of the Underlying Asset in the Turkish Stock Market. Statistical Mechanics and Its Applications, 387(12), 2837-2845.

Kayalidere, K., Aracı, H. ve Aktaş, H. (2012). Türev ve Spot Piyasalar Arasındaki Etkileşim: VOB Üzerine bir İnceleme. Muhasebe ve Finans Dergisi.

Li, M.L. (2006). Asymmetric Co-movement Behaviors between Futures and Spot Positions and Dynamic Hedge Ratios under various Volatility Regime Combinations. Working paper.

Özen, E., Bozdoğan, T. ve Zügül, M. (2009). The Relationship of Causality Between the Price of Futures Transactions Underlying Stock Exchange and Price of Cash Market: The Case of Turkey. *Middle Eastern Finance and Economics*, 4, 28-37.

Öztürk, B. (2008). İMKB ile VOB Arasındaki Etkileşimin İMKB-30 ve İMKB-100 Bağlamında İrdelenmesi ve Elde Edilen Sonuçların VOB Bünyesinde Gerçekleştirilen İşlemlerin Gözetimi–Denetimi Açısından Değerlendirilmesi. SPK Piyasa Gözetim ve Denetleme Dairesi.

Reeve, T.A. ve Vigfussoni R.J. (2011). Evaluating the Forecasting Performance of Commodity Futures Prices. Board of Governors of the Federal Reserve System International Finance Discussion Papers, No: 1025.

Silvapulle, P. ve Moosa, I.A. (1999). The Relationship between Spot and Futures Prices: Evidence from the Crude Oil Market. *The Journal of Futures Markets* 19, 175-193.

Silvennoinen, A. & Teräsvirta T. (2005). Multivariate autoregressive conditional heteroskedasticity with smooth transitions in conditional correlations. Working Paper Series in Economics and Finance No. 577, SSE/EFI.

Silvennoinen, A. & Teräsvirta, T. (2009). Modeling multivariate autoregressive heteroskedasticity with the double smooth transition conditional correlation GARCH model. *Journal of Financial Econometrics* 7(4), 373-411.

Tse, Y.K. (2002). A test for constant correlation in a multivariate GARCH model. *Journal of Econometrics*, 98, 107-127.

Ülkü, M.N. ve McMillan, D. (2007). VOB İndeks Vadeli İşlemler Piyasasında Gözlenen Kronik ve Büyük Boyutlu Yanlış Fiyatlamının Araştırılması. TUBİTAK, Araştırma Projesi (106 K 231)

8. EKLER: Tahmin Sonuçları

Yapılan tahmin sonuçlarının RATS program raporları:

8.1 DCC-GARCH Modeli

Sırasıyla Bist-30, Bist-100, TL-Dolar ve TL-Euro tahmin sonuçları:

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 60 Iterations. Final criterion was 0.0000045 <= 0.0000100
Usable Observations 406
Function Value -1608.9136

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.4091498670	0.1864243692	2.19472	0.02818347
2. B20	0.3992875862	0.1834521937	2.17652	0.02951631
3. VC1	3.4545817986	1.0315619590	3.34888	0.00081138
4. VC2	3.8720927121	1.2263141088	3.15750	0.00159126
5. VA11	0.6961851670	0.0733153096	9.49577	0.00000000
6. VA22	0.6606574673	0.0864371233	7.64321	0.00000000
7. VB11	0.1086282091	0.0279046327	3.89284	0.00009908
8. VB22	0.1129809218	0.0288607112	3.91470	0.00009052
9. A	0.0266054152	0.0058756729	4.52806	0.00000595
10. B	0.9747522837	0.0063399134	153.74852	0.00000000

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 48 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 384
Function Value -1883.2024

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.5437407856	0.1681182012	3.23428	0.00121951
2. B20	0.5303149580	0.1715730550	3.09090	0.00199552
3. VC1	0.9741879247	0.3751318622	2.59692	0.00940635
4. VC2	1.0139743828	0.4204899241	2.41141	0.01589089
5. VA11	0.8224212511	0.0396996196	20.71610	0.00000000
6. VA22	0.8222909701	0.0359853542	22.85071	0.00000000
7. VB11	0.1335281019	0.0348887300	3.82726	0.00012958
8. VB22	0.1280089190	0.0275198674	4.65151	0.00000330
9. A	0.0722040236	0.0202707542	3.56198	0.00036807
10. B	0.9269302127	0.0212416737	43.63734	0.00000000

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 40 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 406
Function Value -1421.9144

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.0154128546	0.0681486489	0.22617	0.82107292
2. B20	0.0190766563	0.0644482753	0.29600	0.76723047
3. VC1	0.3973582399	0.1286340431	3.08906	0.00200791
4. VC2	0.2524786870	0.1078330888	2.34138	0.01921239
5. VA11	0.6586878085	0.0635420869	10.36617	0.00000000
6. VA22	0.6947289995	0.0641031136	10.83768	0.00000000
7. VB11	0.2230934581	0.0463496314	4.81327	0.00000148
8. VB22	0.2287551389	0.0491139868	4.65764	0.00000320
9. A	0.0584541081	0.0315318204	1.85381	0.06376587
10. B	0.4673137830	0.2605964078	1.79325	0.07293340

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 33 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 406
Function Value -1380.3370

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.0248735618	0.0665549128	0.37373	0.70860527
2. B20	0.0182372400	0.0674987829	0.27019	0.78701700
3. VC1	0.4257640230	0.3715549639	1.14590	0.25183743
4. VC2	0.3860845448	0.2894059189	1.33406	0.18218455
5. VA11	0.6527343516	0.2092289311	3.11971	0.00181027
6. VA22	0.6253807813	0.1993167503	3.13762	0.00170324
7. VB11	0.1955315344	0.0812378758	2.40690	0.01608853
8. VB22	0.2229036052	0.0937375598	2.37795	0.01740900
9. A	0.0566986719	0.0318078058	1.78254	0.07466129
10. B	0.2495433369	0.4095668209	0.60929	0.54233487

8.2 STCC-GARCH Modeli

Bist-30:

Geçiş Değişkeni: Zaman

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 52 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations: 407				
Function Value: -1599.4944				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.377736722	0.181074813	2.08608	0.03697129
2. B20	0.371213754	0.177286136	2.09387	0.03627175
3. VC1	3.894615697	1.093661426	3.56108	0.00036933
4. VC2	4.323630525	1.347980820	3.20749	0.00133900
5. VA11	0.690406915	0.076441038	9.03189	0.00000000
6. VA22	0.652931479	0.093642457	6.97260	0.00000000
7. VB11	0.097501322	0.025169236	3.87383	0.00010714
8. VB22	0.101402851	0.025918405	3.91239	0.00009139
9. PC1	0.648276656	0.241135581	2.68843	0.00717884
10. PC2	0.993409374	0.001054968	941.64903	0.00000000
11. C	-0.225186882	0.167348411	-1.34562	0.17842604
12. G	5.882015904	1.076075248	5.46618	0.00000005

Bist-100:

Geçiş Değişkeni: Zaman

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 77 Iterations. Final criterion was 0.0000080 <= 0.0000100				
Usable Observations: 385				
Function Value: -1859.4000				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.36070173	0.16830088	2.14320	0.03209738
2. B20	0.35825681	0.17038217	2.10267	0.03549496
3. VC1	1.93288691	0.65577718	2.94748	0.00320381
4. VC2	1.93154752	0.83612263	2.31012	0.02088125
5. VA11	0.78467508	0.05376165	14.59544	0.00000000
6. VA22	0.79745162	0.06041147	13.20033	0.00000000
7. VB11	0.10878637	0.03207013	3.39214	0.00069349
8. VB22	0.09817932	0.02535393	3.87235	0.00010779
9. PC1	0.59136580	0.04501184	13.13801	0.00000000
10. PC2	0.96102013	0.00493588	194.70078	0.00000000
11. C	0.48646967	0.00296628	164.00006	0.00000000
12. G	400.00000003	0.00000000	0.00000	0.00000000

TL-Dolar:

Geçiş Değişkeni: VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 82 Iterations. Final criterion was 0.0000071 <= 0.0000100				
Usable Observations: 407				
Function Value: -1414.6590				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.04889236	0.06876913	0.71096	0.47710668
2. B20	0.02972440	0.06480574	0.45867	0.64647166
3. VC1	0.50027710	0.14482284	3.45441	0.00055150
4. VC2	0.30008576	0.10056284	2.98406	0.00284449
5. VA11	0.63338616	0.06629870	9.55352	0.00000000
6. VA22	0.71212350	0.05693470	12.50772	0.00000000
7. VB11	0.22202875	0.04511402	4.92150	0.00000086
8. VB22	0.18793712	0.03835935	4.89938	0.00000096
9. PC1	0.82139586	0.02349416	34.96171	0.00000000
10. PC2	0.61003432	0.03417155	17.85211	0.00000000
11. C	16.34043634	4.15850649	3.92940	0.00008516
12. G	400.00000000	0.00000000	0.00000	0.00000000

Geçiş Değişkeni: Baz endeksinin birinci gecikmesi (basis-L1)

```
MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 74 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 407
Function Value -1411.1788
```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.056524	0.049609	1.13939	0.25454259
2. B20	-0.000424	0.044695	-0.00950	0.99242263
3. VC1	0.427103	0.064240	6.64851	0.00000000
4. VC2	0.239043	0.094190	2.53789	0.01115236
5. VA11	0.673428	0.025962	25.93882	0.00000000
6. VA22	0.733977	0.051729	14.18892	0.00000000
7. VB11	0.206737	0.021174	9.76358	0.00000000
8. VB22	0.195212	0.039094	4.99342	0.00000059
9. PC1	0.743167	0.023787	31.24284	0.00000000
10. PC2	0.320251	0.107671	2.97436	0.00293603
11. C	1025.184772	0.000000	0.000000	0.00000000
12. G	432.135376	0.000000	0.000000	0.00000000

TL-Euro:

Geçiş Değişkeni: VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1)

```
MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 69 Iterations. Final criterion was 0.0000095 <= 0.0000100
Usable Observations 407
Function Value -1375.8522
```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.03224166	0.06473411	0.49806	0.61843976
2. B20	0.01860202	0.06242480	0.29799	0.76571016
3. VC1	0.39078406	0.20319373	1.92321	0.05445378
4. VC2	0.49842494	0.26150759	1.90597	0.05665444
5. VA11	0.69148395	0.10517916	6.57434	0.00000000
6. VA22	0.58074888	0.15997126	3.63033	0.00028306
7. VB11	0.17187374	0.04361674	3.94055	0.00008130
8. VB22	0.23203623	0.07809899	2.97105	0.00296781
9. PC1	0.73871829	0.02245659	32.89540	0.00000000
10. PC2	0.48205957	0.06068714	7.94336	0.00000000
11. C	26.45896824	0.12122605	218.26140	0.00000000
12. G	400.00001143	0.00004316	9268190.26712	0.00000000

Geçiş Değişkeni: Oran endeksinin birinci gecikmesi (ratio-L1)

```
MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 66 Iterations. Final criterion was 0.0000030 <= 0.0000100
Usable Observations 407
Function Value -1372.2091
```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.0450737572	0.0671600094	0.67114	0.50213146
2. B20	0.0176116193	0.0644270349	0.27336	0.78457835
3. VC1	0.3968056787	0.1859715054	2.13369	0.03286810
4. VC2	0.2949828372	0.2022216003	1.45871	0.14464472
5. VA11	0.6863689818	0.1007304898	6.81391	0.00000000
6. VA22	0.7024195299	0.1388443112	5.05904	0.00000042
7. VB11	0.1781341636	0.0450627300	3.95303	0.00007717
8. VB22	0.1816097307	0.0655807512	2.76925	0.00561849
9. PC1	0.7570573308	0.0417525041	18.13202	0.00000000
10. PC2	0.1807411964	0.1802135062	1.00293	0.31589553
11. C	0.4967096019	0.1231237122	4.03423	0.00005478
12. G	8.1141520742	5.0485716300	1.60722	0.10800669

Geçiş Değişkeni: Vadeli piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi (aferr.F]-L1)

```
MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 51 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 407
Function Value -1373.6013
```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.05259470	0.07005421	0.75077	0.45279018
2. B20	0.03428823	0.06548100	0.52364	0.60053144
3. VC1	0.18702991	0.07001400	2.67132	0.00755532
4. VC2	0.20311848	0.09449998	2.14940	0.03160252
5. VA11	0.82765994	0.03812223	21.71069	0.00000000
6. VA22	0.78656640	0.06342355	12.40180	0.00000000
7. VB11	0.10990484	0.02638543	4.16536	0.00003109
8. VB22	0.13638548	0.03775296	3.61258	0.00030317
9. PC1	0.74352043	0.02261377	32.87909	0.00000000
10. PC2	0.41949956	0.08323726	5.03980	0.00000047
11. C	2.50985369	0.03833482	65.47190	0.00000000
12. G	80.44763531	151.02502723	0.53268	0.59425684

Geçiş Değişkeni: Spot piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi (a[serr.S]-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 35 Iterations. Final criterion was 0.0000053 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1366.9048				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.06079966	0.04680767	1.29893	0.19396960
2. B20	0.02180121	0.04284368	0.50885	0.61085407
3. VC1	0.20386766	0.08356173	2.43973	0.01469843
4. VC2	0.15423424	0.06332600	2.43556	0.01486877
5. VA11	0.80372711	0.04807711	16.71746	0.00000000
6. VA22	0.81353294	0.04614021	17.63176	0.00000000
7. VB11	0.12410332	0.02776137	4.47036	0.0000781
8. VB22	0.13061249	0.03132548	4.16953	0.00003052
9. PC1	0.77843254	0.02054441	37.89024	0.00000000
10. PC2	0.46606950	0.05938823	7.84784	0.00000000
11. C	0.97742306	0.01170932	83.47392	0.00000000
12. G	400.00000000	0.00006104	6553600.00000	0.00000000

8.3 DSTCC-GARCH Modeli

Bist-30:

Geçiş Değişkenleri: Zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 58 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1587.6304				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.45485526	0.21924108	2.07468	0.03801613
2. B20	0.44666653	0.21683572	2.05993	0.03940517
3. VC1	6.48356718	1.06581162	6.08322	0.00000000
4. VC2	6.59688355	1.11526839	5.91506	0.00000000
5. VA11	0.37559410	0.06413093	5.85668	0.00000000
6. VA13	0.12751794	0.04830515	2.63984	0.00829448
7. VA22	0.49413812	0.06258402	7.89560	0.00000000
8. VB11	0.14129615	0.03069626	4.60304	0.00000416
9. VB22	0.13263842	0.02765936	4.79543	0.00000162
10. PC11	0.95223899	0.00730346	130.38194	0.00000000
11. PC21	0.99230019	0.00182287	544.36279	0.00000000
12. PC12	0.98079872	0.00264822	370.36216	0.00000000
13. PC22	0.99376012	0.00074293	1337.62788	0.00000000
14. C1	0.51162398	0.00408797	125.15368	0.00000000
15. C2	15.50893282	0.01873762	827.68970	0.00000000
16. G1	400.00000000	0.00001526	26214400.00000	0.00000000
17. G2	400.00000000	0.00000000	0.00000	0.00000000

Geçiş Değişkenleri: Zaman ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi (basis-L2)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 156 Iterations. Final criterion was 0.0000048 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1584.5346				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.41663437	0.18969903	2.19629	0.02807108
2. B20	0.45388282	0.18900215	2.40147	0.01632939
3. VC1	6.97594376	1.62598162	4.29030	0.00001784
4. VC2	7.09997162	1.63247238	4.34921	0.00001366
5. VA11	0.36459831	0.11191081	3.25794	0.00112226
6. VA13	0.10713897	0.04780692	2.24108	0.02502112
7. VA22	0.47157639	0.10590320	4.45290	0.00000847
8. VB11	0.14231063	0.03655328	3.89324	0.00009891
9. VB22	0.12865198	0.03302423	3.89568	0.00009792
10. PC11	0.95769951	0.00685152	139.77910	0.00000000
11. PC21	0.98844086	0.00342338	288.73240	0.00000000
12. PC12	0.98175361	0.00357932	274.28518	0.00000000
13. PC22	0.99751916	0.00124924	798.49927	0.00000000
14. C1	0.51003402	0.00431302	118.25455	0.00000000
15. C2	0.00288448	0.00297298	0.97023	0.33193184
16. G1	400.00002386	0.00000000	0.00000	0.00000000
17. G2	339.60934833	205.42396988	1.65321	0.09828775

Geçiş Değişkeni: Faiz oranının birinci gecikmesi (i-rate-L1) ve Baz endeksinin ikinci gecikmesi (basis-L2)

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 83 Iterations. Final criterion was 0.0000057 <= 0.0000100
Usable Observations 407
Function Value -1582.1342

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.41366409	0.18620818	2.22151	0.02631616
2. B20	0.45223113	0.18530660	2.44045	0.01466906
3. VC1	6.90156370	0.55574765	12.41852	0.00000000
4. VC2	7.02979321	0.52334437	13.43244	0.00000000
5. VA11	0.36493230	0.04488937	8.12959	0.00000000
6. VA13	0.11187770	0.04783520	2.33882	0.01934499
7. VA22	0.47816474	0.03228963	14.80862	0.00000000
8. VB11	0.14076241	0.02762796	5.09492	0.00000035
9. VB22	0.12621481	0.02473657	5.10236	0.00000034
10. PC11	0.99007451	0.00215198	460.07532	0.00000000
11. PC21	0.95889167	0.00597278	160.34355	0.00000000
12. PC12	0.99760002	0.00102720	971.18438	0.00000000
13. PC22	0.98201417	0.00322471	304.52756	0.00000000
14. C1	9.29981195	0.00817722	1137.28219	0.00000000
15. C2	0.00378175	0.00214343	1.76435	0.07767302
16. G1	400.00000000	0.00000000	0.00000	0.00000000
17. G2	400.00000000	0.00000000	0.00000	0.00000000

Bist-100:

Geçiş Değişkenleri: Zaman ve VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1)

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 50 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 385
Function Value -1853.8037

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.33043413	0.16386320	2.01652	0.04374517
2. B20	0.31982522	0.16988774	1.88257	0.05975894
3. VC1	1.53740885	0.62389214	2.46422	0.01373110
4. VC2	2.32516958	0.91507498	2.54096	0.01105483
5. VA11	0.77707116	0.21158293	3.67266	0.00024004
6. VA13	0.04547731	0.16361786	0.27795	0.78105201
7. VA22	0.76565773	0.06817024	11.23155	0.00000000
8. VB11	0.08839482	0.03433907	2.57418	0.01004791
9. VB22	0.11026897	0.02868684	3.84389	0.00012110
10. PC11	0.57429846	0.04493712	12.78005	0.00000000
11. PC21	0.96668299	0.00398392	242.64619	0.00000000
12. PC12	0.65403556	0.08455995	7.73458	0.00000000
13. PC22	0.91480311	0.02276824	40.17891	0.00000000
14. C1	0.48673404	0.00360079	135.17414	0.00000000
15. C2	28.27257913	0.05910435	478.35021	0.00000000
16. G1	400.00000000	0.00001079	37072760.00947	0.00000000
17. G2	117.07447190	292.48536666	0.40027	0.68895425

Geçiş Değişkenleri: Zaman ve Baz endeksinin birinci gecikmesi (basis-L1)

```

MAXIMIZE - Estimation by BFGS
Convergence in 101 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
Usable Observations 385
Function Value -1848.6783

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.364071	0.172106	2.11538	0.03439738
2. B20	0.427349	0.173020	2.46994	0.01351366
3. VC1	2.076142	0.937558	2.21441	0.02680036
4. VC2	2.013355	0.845524	2.38119	0.01725669
5. VA11	0.730254	0.225033	3.24509	0.00117413
6. VA13	0.047734	0.158833	0.30053	0.76377303
7. VA22	0.795784	0.062398	12.75340	0.00000000
8. VB11	0.105899	0.042118	2.51433	0.01192579
9. VB22	0.099520	0.024380	4.08203	0.00004464
10. PC11	0.223798	0.157277	1.42296	0.15474858
11. PC21	-0.000002	0.000000	-91.46705	0.00000000
12. PC12	0.703430	0.038046	18.48899	0.00000000
13. PC22	0.964209	0.004889	197.20522	0.00000000
14. C1	0.487133	0.002992	162.78958	0.00000000
15. C2	-0.036171	0.009503	-3.80637	0.00014102
16. G1	400.000001	0.000005	74145520.12023	0.00000000
17. G2	191.616730	70.067808	2.73473	0.00624309

Geçiş Değişkeni: Faiz oranının birinci gecikmesi (i-rate-L1) ve Baz endeksinin birinci gecikmesi (basis-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 117 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations 385				
Function Value -1848.9367				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.3651436	0.1730144	2.11048	0.03481690
2. B20	0.4244299	0.1783714	2.37947	0.01733743
3. VC1	2.0601661	0.7443590	2.76770	0.00564526
4. VC2	1.9394845	0.8046580	2.41032	0.01593846
5. VA11	0.7234516	0.1841400	3.92881	0.00008537
6. VA13	0.0532188	0.1354129	0.39301	0.69431089
7. VA22	0.8000404	0.0588679	13.59044	0.00000000
8. VB11	0.1083931	0.0339145	3.19607	0.00139314
9. VB22	0.0994029	0.0236238	4.20773	0.00002579
10. PC11	0.3530504	0.4411332	0.80033	0.42352196
11. PC21	0.2062435	0.1527033	1.35062	0.17681847
12. PC12	0.9630968	0.0046588	206.72699	0.00000000
13. PC22	0.7028367	0.0327579	21.45546	0.00000000
14. C1	10.7276262	0.0269185	398.52244	0.00000000
15. C2	-0.0360795	0.0085701	-4.20992	0.00002555
16. G1	400.0000000	0.0000000	0.00000	0.00000000
17. G2	185.6935149	59.5284464	3.11941	0.00181215

Geçiş Değişkeni: Zaman ve Vadeli piyasanın volatilité ölçüsünün üçüncü gecikmesi (a[err.F]-L3)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 49 Iterations. Final criterion was 0.0000030 <= 0.0000100				
Usable Observations 385				
Function Value -1848.8599				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.33681599	0.11558987	2.91389	0.00356957
2. B20	0.31315530	0.11761065	2.66264	0.00775293
3. VC1	1.94371388	0.33833349	5.74496	0.00000001
4. VC2	2.05381180	0.82680080	2.48405	0.01298988
5. VA11	0.67782960	0.07676772	8.82962	0.00000000
6. VA13	0.09340533	0.09554040	0.97765	0.32824613
7. VA22	0.79128349	0.06089298	12.99466	0.00000000
8. VB11	0.11805553	0.02290619	5.15387	0.00000026
9. VB22	0.09944277	0.02381160	4.17623	0.00002964
10. PC11	0.52956779	0.05171885	10.23936	0.00000000
11. PC21	0.96814065	0.00413712	234.01311	0.00000000
12. PC12	0.73035370	0.04806400	15.19544	0.00000000
13. PC22	0.91234662	0.02208821	41.30469	0.00000000
14. C1	0.48667420	0.00341412	142.54758	0.00000000
15. C2	4.20704238	0.00966968	435.07560	0.00000000
16. G1	400.0000000	0.00000000	0.00000	0.00000000
17. G2	400.0000000	0.00000000	0.00000	0.00000000

TL-Dolar:

Geçiş Değişkenleri: VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1) ve Faiz oranının birinci gecikmesi (i-rate-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 87 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1398.8296				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.02491	0.06550	0.38031	0.70371236
2. B20	0.00497	0.05989	0.08296	0.93388431
3. VC1	0.42516	0.16223	2.62070	0.00877496
4. VC2	0.36804	0.10572	3.48128	0.00049903
5. VA11	0.96314	0.20524	4.69276	0.00000270
6. VA13	-0.23139	0.12088	-1.91424	0.05558960
7. VA22	0.70880	0.05422	13.07172	0.00000000
8. VB11	0.14968	0.04358	3.43434	0.00059399
9. VB22	0.15692	0.03307	4.74554	0.00000208
10. PC11	0.90782	0.01387	65.44201	0.00000000
11. PC21	0.65407	0.03378	19.36166	0.00000000
12. PC12	0.68222	0.05816	11.73025	0.00000000
13. PC22	0.47955	0.09027	5.31680	0.00000011
14. C1	16.30503	0.16295	100.06320	0.00000000
15. C2	3.84002	0.02828	135.79456	0.00000000
16. G1	395.61438	11440.05405	0.03458	0.97241344
17. G2	400.00001	0.00000	0.00000	0.00000000

Geçiş Değişkenleri: Baz endeksinin birinci gecikmesi (basis-L1) ve Baz endeksinin birinci gecikmesi (basis-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 43 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1388.8944				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.0245665	0.0704253	0.34883	0.72721635
2. B20	0.0388144	0.0680244	0.57060	0.56827404
3. VC1	0.4491768	0.0976266	4.60097	0.00000421
4. VC2	0.2906905	0.1016142	2.86073	0.00422671
5. VA11	0.7019942	0.0418317	16.78138	0.00000000
6. VA22	0.7458023	0.0527741	14.13198	0.00000000
7. VB11	0.1628070	0.0350146	4.64969	0.00000332
8. VB22	0.1598270	0.0361365	4.42286	0.00000974
9. PC11	0.0988221	0.2347420	0.42098	0.67376829
10. PC21	1.0000000	0.0000000	0.00000	0.00000000
11. PC22	0.2394309	0.1536331	1.55846	0.11912442
12. C1	997.0738885	3.0673282	325.06266	0.00000000
13. C2	1023.3707020	4.0743524	251.17383	0.00000000
14. G1	0.2381106	0.0727146	3.27459	0.00105815
15. G2	0.1408951	0.0453189	3.10897	0.00187740

TL-Euro:

Geçiş Değişkenleri: VIX endeksinin birinci gecikmesi (vix-L1) ve Spot piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi (a[serr.S]-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 57 Iterations. Final criterion was 0.0000051 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1362.4142				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.04716339	0.06763975	0.69727	0.48563176
2. B20	0.02092995	0.06609170	0.31668	0.75148614
3. VC1	0.21258624	0.07958965	2.67103	0.00756192
4. VC2	0.16385946	0.06829286	2.39936	0.01642356
5. VA11	0.80072541	0.04464237	17.93644	0.00000000
6. VA22	0.80743948	0.04836546	16.69455	0.00000000
7. VB11	0.12246941	0.02549544	4.80358	0.00000156
8. VB22	0.13742909	0.03146202	4.36810	0.00001253
9. PC11	0.78082836	0.02202478	35.45227	0.00000000
10. PC21	0.77709723	0.03524889	22.04601	0.00000000
11. PC12	0.62626385	0.04909432	12.75634	0.00000000
12. PC22	0.26522630	0.09468193	2.80123	0.00509075
13. C1	23.43868674	0.01329514	1762.95208	0.00000000
14. C2	0.97705266	0.00994688	98.22706	0.00000000
15. G1	400.00000119	0.00000000	0.00000	0.00000000
16. G2	400.00034968	0.00000000	0.00000	0.00000000

Geçiş Değişkenleri: Oran endeksinin birinci gecikmesi (ratio-L1) ve Spot piyasanın volatilité ölçüsünün birinci gecikmesi (a[serr.S]-L1)

MAXIMIZE - Estimation by BFGS				
Convergence in 59 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100				
Usable Observations 407				
Function Value -1358.3785				
Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. B10	0.06858229	0.06626372	1.03499	0.30067359
2. B20	0.02292922	0.06183073	0.37084	0.71075774
3. VC1	0.21978679	0.08305931	2.64614	0.00814155
4. VC2	0.14459898	0.06063756	2.38464	0.01709566
5. VA11	0.79904563	0.04579945	17.44662	0.00000000
6. VA22	0.82175090	0.04359500	18.84966	0.00000000
7. VB11	0.12549435	0.02641648	4.75061	0.00000203
8. VB22	0.12516237	0.02964878	4.22150	0.00002427
9. PC11	0.87961014	0.13785187	6.38084	0.00000000
10. PC21	0.44270139	0.23700749	1.86788	0.06177889
11. PC12	0.65698937	0.18994584	3.45882	0.00054254
12. PC22	0.05850959	0.28667359	0.20410	0.83827669
13. C1	0.43330733	0.24983178	1.73440	0.08284778
14. C2	0.97838340	0.01237203	79.08025	0.00000000
15. G1	4.80248990	4.48710003	1.07029	0.28448964
16. G2	400.00000000	0.00004316	9268190.00237	0.00000000

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. NADİR ÖCAL
Proje No:	113K407
Proje Başlığı:	Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borsası'nın (Vob) Piyasa Verimliliğinin Spot Ve Futures Getiriler Arasındaki Dinamik Bağınının Modellenmesi İle Test Edilmesi
Proje Türü:	1001 - Araştırma
Proje Süresi:	20
Araştırmacılar:	MEHMET FATİH ÖZTEK
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ORTA DOĞU TEKNİK Ü. İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER F. İKTİSAT B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	01/09/2013 - 01/05/2015
Onaylanan Bütçe:	102930.0
Harcanan Bütçe:	41201.82
Öz:	<p>Bu proje kapsamında Türkiye Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının (VOB) piyasa verimliliği koşullu korelasyonda yumuşak geçiş kullanan çok değişkenli GARCH modelleri kullanılarak incelenmiştir. Haziran 2005 ? Ağustos 2013 tarihleri arası hisse senedi endeksleri ve döviz kurları vadeli sözleşmelerine ait vadeli getiriler ile bunlara konu varlıkların spot getirileri arası dinamik korelasyonlar incelenen dönem içerisinde tam korelasyondan sapmaların zamanlamasını ve nedenlerini ortaya çıkarmak için modellenmiştir. Ayrıca korelasyonların dinamik yapısından sorumlu olabileceği düşünülen küresel volatilitenin, piyasa volatilitelerinin ve piyasada yaşanan gelişmelerin korelasyonlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulgular hisse senedi endekslerine ait korelasyonlarda artan trend olduğunu ve zaman içerisinde 0,95 seviyelerine ulaştığını buna bağlı olarak bu sözleşmeler için piyasanın verimli olduğunu ortaya koymaktadır. Döviz kurlarına ait korelasyonlarda ise artan trend içermeyen 0,65 seviyesi etrafında dalgalanan dinamik bir yapı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla döviz kuruları için VOB'un verimli olduğu sonucuna varılmamakla birlikte mevcut veriler ışığında verimsizdir de denilememektedir.</p>
Anahtar Kelimeler:	MGARCH, Volatilite, Yumuşak Geçişli Koşullu Korelasyon, Vadeli İşlem Borsası Piyasa Verimliliği
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır