



Munich Personal RePEc Archive

Causality in variance test between spot and futures prices

Cevik, Emrah Ismail and Pekkaya, Mehmet

Namık Kemal University

2007

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/71301/>

MPRA Paper No. 71301, posted 17 May 2016 11:28 UTC

SPOT VE VADELİ İŞLEM FİYATLARININ VARYANSLARI ARASINDAKİ NEDENSELLİK TESTİ

Emrah İsmail ÇEVİK*

Mehmet PEKKAYA**

ÖZET

Finansal piyasalarda meydana gelen dalgalanmalar yatırımcılar ve özellikle de işletmeler açısından risk yönetiminin ve vadeli işlemlerin önemini artırmaktadır. Vadeli ile spot piyasalar arasındaki etkileşim, spot ve vadeli işlemlerin fiyatının belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Dolayısıyla bu çalışmada VOB'ta işlem gören İMKB100 Endeksi, ABD doları ve Euro vadeli işlem (futures) fiyatlarının spot fiyatları ile nedenselliği incelenmiştir. İlişkiyi belirleyebilmek amacıyla Cheung ve Ng (1996) tarafından geliştirilen dinamik nedensellik testi uygulanmıştır. Dinamik nedensellik testinden elde edilen sonuçlara göre, İMKB100 Endeks modelinde spot vadeli işlemi etkilemekte, döviz modellerinde ise vadeli işlem fiyatların spot fiyatları etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Nedensellik, ARMA-GARCH, Vadeli işlem-Spot ilişkisi.

* Z. Karaelmas Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, eposta: emrahic@yahoo.com.

** Z. Karaelmas Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, eposta: mehpekkaya@yahoo.com.

Not: This paper has been prepared for publication in Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. The published version of the study is available at: http://dergi.iibf.deu.edu.tr/index.php/cilt1-sayil/article/view/211/pdf_192

The proper citation for this work would be:

Çevik, E. İ. ve M. Pekkaya, "Spot ve Vadeli İşlem Fiyatlarının Varyansları Arasındaki Nedensellik Testi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt:22, Sayı: 2, 2007, ss 49-66.

1. Giriş

Dünya ekonomisinde artan belirsizlikler ve fiyat dalgalanmaları günümüzde daha dikkatli bir risk yönetimini zorunlu hale getirmiştir. Finansal sistemin gelişmesiyle ortaya çıkan risk yönetimi teknikleri her geçen gün önemini arttırmaktadır. Ülke koşullarını iyi bir şekilde değerlendirerek belirlenen risk yönetimi yöntemlerinden en uygun olanı, kişi ve kurumlar tarafından uygulamaya konulmalıdır. Bu anlamda risk yönetiminde kullanılacak türev ürünler, hem şirketlerin korunma (hedge) stratejilerinde, hem de piyasaların oynaklığının azaltılması açısından en etkili araçlardır. Türev ürünlerden olan vadeli işlem (futures) sözleşmeleri özellikle fiyat dalgalanmalarının yarattığı bu risklerin yönetilmesine olanak sağlayarak fiyat dalgalanmalarını azaltmakta, geleceğe yönelik tahminlerde bulunmayı kolaylaştırarak piyasa mekanizmasına işlerlik kazandırmaktadır. Vadeli işlemlerin kullanılmasıyla birlikte fiyatlarda istikrar sağlanmasından dolayı piyasada hızlı para dönüşüm mekanizması gelişmekte ve fiyat dalgalanmalarında azalma beklenmektedir.

Vadeli işlem piyasalarını, riskten korunmak isteyen hedgerlar dışında spekülörler ve arbitrajcılarda kullanabilmektedir. Bu kullanıcıların varlığı piyasadaki derinliği arttırmakta ve oluşan derinlik de oynaklığı ve riskliliği azaltmaktadır. Spot piyasa fiyatlarıyla vadeli işlem fiyatları arasındaki ilişki iki fiyatlama modeliyle açıklanmaktadır. Birincisi, bir ürünün vadeli işlem fiyatını, spot fiyatı, faiz oranı, depolama ve ek yatırımdan elde edilen marjinal getiriyle ilişkilendirmekte olan taşıma maliyeti modelidir. İkincisi, bir ürünün vadeli işlem fiyatını, spot fiyatı artı beklenen risk primi ve ürünün vadedeki spot fiyattaki tahmin edilen değişimiyle ilişkilendirmekte olan beklentiler modelidir (Malliaris, 2006; VOB Tanıtım CD'si).

Tarımsal ürünlerde, yerel spot fiyatlarıyla vadeli işlem fiyatları arasındaki fark nakliye, depolama veya ürün kalite seviyesinden kaynaklanabilmektedir (Economic Research Service, 20.06.2006:29-36). Bir ürünün gelecekteki spot fiyatının tahmininde genellikle o ürünün vadeli işlem fiyatları belirleyici olmaktadır. Ancak bu durum, depolama, faiz oranları ve marjinal getiri ilişkisi olan petrol gibi ürünler için geçerli değildir. 1970'li yılların sonlarına kadar, uzun dönemli sözleşmelerle gelecekteki petrol fiyatları tahmin edilirken şu an ancak yakın dönem için tahminler yapılabilmektedir (Haubrich vd., 2006; Wu ve McCallum, 2006). Bu anlamda, vadeli işlemlerde fiyatların oluşması, arz talep esaslarının yanı sıra, ürünlerin depolanması, faiz oranlarına, gelecekteki ürün fiyat beklentilerine ve ürünün spot piyasadaki değerine bağlı olarak belirlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, spot ve vadeli işlem piyasaları arasındaki bilgi akışını ve bu piyasalar arasında ne tür bir etkileşim olduğunu tespit etmeye çalışarak yatırımcılara yol göstermektir. Özellikle gelişmiş ülkelerde vadeli işlem ile spot piyasaları arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar ortak piyasa bilgilerinin öncelikle vadeli piyasalar üzerinde etkili olduğunu saptamıştır. Bu nedenle yeterince derinliğe sahip piyasalarda vadeli işlem fiyatlarının spot fiyatlarını etkilemesi beklenmektedir. Bununla birlikte Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasının (VOB) ülkemizde çok kısa bir geçmişe sahip olmasından ve spot piyasalar ile karşılaştırıldığında yeterince derinliğe sahip olmamasından dolayı vadeli işlemlerin spot piyasalar ile nasıl bir ilişki içinde olduğunun belirlenmesi yatırımcılar açısından yol gösterici olacaktır. Bu çalışma vadeli işlemler piyasası ile spot piyasalar arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen ilk çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır. Çalışma üç bölüme ayrılmıştır. İlk bölümde vadeli işlem ve spot piyasaları arasında nedenselliği

araştıran çalışmalara değinilmiştir. İkinci bölümde, vadeli işlem sözleşmeleri, avantajları ve verilerin alındığı İzmir’de bulunan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş. (VOB) hakkında genel bilgi sunulmaktadır. Üçüncü bölümde veriler ve model sonuçlarına yer verilmektedir. Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmaktadır.

2. Literatür Özeti

Cheung ve Fung (1997), Ocak 1983-Temmuz 1997 dönemi için üç aylık veriler kullandığı çalışmasında spot fiyatların vadeli işlem fiyatları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan spot değerler, Londra Eurodollar piyasasına, vadeli işlem değerleri ise Chicago uluslararası para piyasasına aittir. Elde ettikleri sonuçlara göre, spot fiyatlardan vadeli işlem fiyatlarına nedensellik ilişkisi tespit etmişler ve spot ve vadeli işlem piyasalarındaki bilgi akışının sadece fiyat hareketlerini değil aynı zamanda piyasadaki oynaklık hareketlerini de etkilediğini bulmuşlardır. Turkington ve Walsh (1999), 30 Ocak-21 Aralık 1995 yılları arasında 5’er dakikalık veriler kullandığı çalışmasında, Avustralya borsa endeksi ile Sidney vadeli işlem borsası arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Vektör hata düzeltme modeli kullandıkları çalışmada, iki değişken arasında çift yönlü nedensellik bulmuşlardır. Çalışmalarında spot verilerdeki şok dalgaların, vadeli işlem piyasasındaki tepkisinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Zou ve Pinfold (2001), Haziran 1996-Aralık 1999 tarih aralığında günlük veriler kullanılarak Yeni Zelanda Borsa Endeksi (NZSE) spot ve vadeli işlem piyasalarına ait fiyat fonksiyonunu bulmayı amaçlamışlardır. Onlar NZSE vadeli işlem endeks değerinin NZSE spot endeksinden daha yüksek oynaklığa sahip olduğunu ve vadeli işlem ile spot piyasa arasında karşılıklı etkileşim olduğunu saptamışlardır.

Antoniou vd. (2001) çalışmalarında, işlem hacmi bakımından Avrupa'nın en büyük hisse senedi endekslerine sahip DAX 100 (Almanya), FTSE 100 (İngiltere) ve CAC 40 (Fransa) borsalarının birbirleri arasındaki ve kendi içindeki spot ve vadeli işlem fiyatları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Aralık 1990- Aralık 1998 tarihleri arasında günlük veri kullandıkları çalışmalarında VAR-EGARCH yöntemi uygulamışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre spot piyasalar ve vadeli işlem piyasaları arasında ülke içinde ve dışında geri besleme etkisi tespit etmişlerdir. Çalışmalarında endeks vadeli işlem piyasaların kendi spot fiyatlarını yönlendirdiğini ve buna ek olarak diğer ülke piyasaları üzerinde de etkili olduğunu saptamışlardır. Kavussanos ve Nomikos (2003) çalışmalarında, buğday, kömür, demir cevheri ve fosfat gibi kargoyla (freight) taşınabilen ürünleri içeren Baltık Kargo Endeksinin Ağustos 1988-30 Nisan 1998 tarihleri arasındaki günlük spot ve vadeli işlem fiyatlarını kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, spot ve vadeli işlem fiyatları arasında uzun dönemli ilişki tespit etmişlerdir. Nedensellik testi ve etki-tepki analizi sonuçlarına göre, vadeli işlem fiyatları spot fiyatlardan daha çabuk vadeli işlem değeri hakkında yeni bilgi sağlamaktadır. Sarno ve Valente (2003) çalışmalarında, Ocak 1989-Aralık 2002 tarih aralığında S&P 500, NIKKEI 225 ve FTSE 100 endeks spot ve vadeli işlem değerlerini ele almışlardır. Çalışmada, doğrusal ve doğrusal olmayan vektör hata düzeltme modeliyle hisse senedi getirileri üzerinde vadeli işlem piyasalarının ve uluslararası borsa endekslerinin etkilerini araştırmışlardır. Vadeli işlem piyasalarının spot değerler üzerinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Haddad (2003) çalışmasında, Ocak 1984-Aralık 1999 arasındaki aylık verilerle ABD ulusal bütçe açığının S&P 500 endeksi üzerine etkisini Granger nedensellik testiyle incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, ABD'nin federal bütçe açığının vadeli işlem fiyatlarına etkisi olduğunu saptamıştır. Crowder ve

Phengpis (2003) çalışmalarında, Nisan 1982-Haziran 2003 tarihleri arasında günlük S&P 500 endeksi spot ve vadeli işlem değerlerini kullanmışlar ve spot ve vadeli işlem fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edememişlerdir. Bryant vd. (2003) çalışmalarında, özellikle Chicago ve NewYork'ta işlem gören 8 tane vadeli işlem ürünün (mısır, petrol, Eurodollar, altın, Yen, kahve, canlı sığır ve S&P 500 endeksi) Mart 1995-Ocak 2003 tarihleri arasındaki değerlerini kullanmışlardır. Vadeli işlem piyasalarında nedensellik ilişkisi üzerinde durmuşlardır. Karışık Dağılım hipotezine (mixture of distribution hypothesis) göre, işlem hacmi ve fiyat dalgalanmalarının pozitif ilişki içerisinde olduğunu saptamışlardır. Covrig vd. (2006), NIKKEI 225 Endeksi için Mart 2000-Haziran 2000 tarihleri arasında dakikalık veri kullandıkları çalışmalarında, NIKKEI 225 Endeksi spot değeri, yerel (Osaka) vadeli işlem değeri ve yabancı para (Singapur) vadeli işlem değerini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, Gonzalo ve Granger'in yaygın faktör bileşenleri modeli ve Hosboruk'un bilgi paylaşım metodunun geçerli olduğunu saptamışlardır. Vadeli işlem piyasalarındaki fiyat tespit sürecinin %79'u bilgi paylaşım metoduyla olduğunu tespit etmişlerdir. Granger nedensellik testine göre, piyasa değerleri üzerinde en güçlü etkiye Osaka vadeli işlem piyasası sahipken, sonra spot piyasa ve Singapur piyasası gelmektedir.

Ülkemizde vadeli işlemler borsasının yeni kurulmuş olmasından dolayı vadeli işlem piyasaları üzerine yapılan çok sayıda çalışma mevcut değildir. Baklacı (2007), Şubat 2005 ile Ekim 2006 tarihleri arasından günlük veriler kullandığı çalışmasında karışık dağılım hipotezi çerçevesinde vadeli işlemlerin spot piyasalarda fiyat oluşumu ve buna bağlı olarak oynaklığın değişmesinde önemli bir bilgi kaynağı olup olmadığını araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre, vadeli işlem fiyat hacmi ve fiyat değişiklerinin spot piyasalarda bilgi

akışını etkilediğini ve getiri oynaklığını anlamlı bir şekilde arttırdığını tespit etmiştir.

3. Gelecek Sözleşmeleri

Vadeli işlemlerin kullanıcılara ve ülke ekonomisine yaptığı en önemli katkı şirket ve piyasa riskini azaltmasıdır. Vadeli işlem kullanıcıları, piyasalarda söz konusu olan fiyat dalgalanmalarından doğabilecek zarar risklerini azaltmaktadırlar. Vadeli işlem piyasa kullanıcıları piyasanın ileri dönemlerindeki belirsizlikleri azalttığından dolayı, üretici ve mali kesime planlar yapma olanağı tanımaktadır. Aynı zamanda, korunma amaçlı vadeli işlem yapan işletmelerin kredi alması daha kolay olabilmektedir. Vadeli işlemler, spot piyasalarda spekülasyon ve arbitraj yoluyla fiyat etkinliğinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Mali vadeli işlem sözleşmelerinin yararlı yönleri, riski aktarma, gelecekteki fiyat belirsizliğini ortadan kaldırma, likidite, esneklik ve şeffaflık şeklinde özetlenebilir.

Vadeli işlem piyasaların dezavantajları nitelik ve miktarlar üzerine standart oluşu, kullanıcıların istedikleri sözleşme düzenlemelerine engel olması olarak sıralanabilir. Ayrıca vade standardı, risk minimizasyonu için piyasaya girenlerin bu amaçlarını tam anlamıyla yerine getirmelerini engelleyebilmekte ve tarafları baz riski ile karşı karşıya bırakabilmektedir. Vadeli işlem piyasalarında, küçük miktarlardaki alımlar için büyük sözleşmeler yapılabilmesi, bu piyasaların işlem hacmini oldukça yüksek seviyelere getirmektedir. Dolayısıyla, piyasalardaki küçük bir güvensizlik durumu, ülke ekonomisinde ciddi bir krize sebep olabilecektir. Bu yüzden, piyasa istemese de bu piyasaların iyi denetlenmesi gerekmektedir. Mali vadeli işlem sözleşmelerinin sakıncalı yönleri, riski tam karşılayacak tutarda mali vadeli

işlem bulunmayabilir ve başlangıç teminatı yatırma zorunluluğu mali yük getirir şeklinde özetlenebilir (Küçükkoçaoğlu, 2006:11-13; Sartwelle vd., 2006).

3.1. Türkiye’de Vadeli İşlem (VOB)

Dünya genelinde vadeli işlem borsalarının işlem hacimleri 2004 yılı rakamlarına göre 1,2 katrilyon doların üzerindedir. İzmir’de faaliyette bulunan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş. (VOB) 2001 yılı itibariyle kurulmuş, 2005 başı itibariyle vadeli işlem piyasasında işlemlere başlamıştır. VOB’ta işlem hacminin çoğunluğu İMKB endeksleri ve döviz üzerine gerçekleşmiştir. VOB vadeli işlem piyasalarında Ekim 2006 itibariyle aşağıdaki sıralanan ürünler işlem görmektedir (VOB web sayfası, 2006).

- Hisse senedi endekslerine dayalı İMKB 30 ve İMKB 100 endeksleri,
- Döviz piyasasında; yabancı paralara dayalı USD ve Euro,
- Faiz piyasasında; hazine bonosu, devlet tahvili veya diğer kısa veya uzun vadeli faiz oranlarına dayalı DİBS 91, DİBS 361 ve G-DİBS,
- Emtia piyasasında emtia ve diğer dayanak varlıklara dayalı pamuk, buğday ve altın üzerinde vadeli işlem sözleşmelerinde işlem yapılabilmektedir.

Tablo 1: VOB’da Ürünlere Ait Aylık İşlem Hacimleri (YTL)

	Açık Pozisyon	Endeks (YTL)	Endeks (%)	Döviz (YTL)	Döviz (%)
Şub.05	16.038.406	5.465.009	34,07%	7.004.873	43,68%
Mar.05	40.901.166	15.094.959	36,91%	23.358.941	57,11%
Nis.05	58.813.365	16.644.379	28,30%	38.291.225	65,11%
May.05	94.245.919	15.704.639	16,66%	73.781.805	78,29%
Haz.05	215.257.257	26.255.432	12,20%	188.717.546	87,67%
Tem.05	273.217.824	47.392.940	17,35%	225.232.989	82,44%
Ağu.05	380.258.495	37.516.300	9,87%	338.286.231	88,96%
Eyl.05	404.788.733	73.324.345	18,11%	331.376.038	81,86%

Eki.05	550.941.624	102.847.158	18,67%	447.702.562	81,26%
Kas.05	539.738.731	137.762.760	25,52%	401.888.882	74,46%
Ara.05	345.277.411	180.735.645	52,35%	164.376.962	47,61%
Oca.06	421.409.152	270.218.445	64,12%	151.166.653	35,87%
Şub.06	631.304.516	429.329.928	68,01%	201.974.588	31,99%
Mar.06	821.141.714	517.573.593	63,03%	303.417.083	36,95%
Nis.06	817.294.622	494.332.188	60,48%	315.210.529	38,57%
May.06	1.487.260.725	750.142.608	50,44%	717.867.229	48,27%
Haz.06	1.731.746.731	748.102.563	43,20%	981.639.422	56,68%
Tem.06	1.681.309.777	703.018.433	41,81%	978.109.289	58,18%
Ağu.06	1.544.934.594	1.051.753.425	68,08%	493.138.404	31,92%
Eyl.06	1.694.300.585	1.118.177.628	66,00%	575.868.758	33,99%
Eki.06	1.683.055.049	1.110.715.895	65,99%	571.815.073	33,97%

Kaynak: www.vob.org.tr

VOB piyasasına ilgi, işlemlerin başlamasından itibaren henüz 2 yıl geçmemesine rağmen katlanarak artmaktadır. VOB'ta 2005 yılı itibariyle yaklaşık 2.1 milyar dolarlık ve 2006'nın ilk on ayında toplam yaklaşık olarak 8.5 milyar dolarlık açık pozisyon gerçekleşmiştir. Dünya piyasalarıyla karşılaştırıldığında, Mayıs 2006'dan sonra aylık ortalama 1.1 milyar dolarlık açık pozisyon hacim bakımından düşük, ancak yeni kurulan bir piyasa için küçümsenmeyecek bir düzeydedir. İşlem hacmindeki artış korunma yoğun amaçlı yapıldığı varsayılırsa belirlenen vadede şirketlerin istikrarlı bir geleceğe sahip olacağı düşünülebilir. Mayıs 2006-Temmuz 2006 arasında döviz üzerindeki yaklaşık %30'luk bir marjdaki dalgalanma ve VOB işlem hacimlerindeki yükselme Tablo 1'den de gözlenmektedir. Nisan 2006 sonrasında, bu dalgalanmadan kendini korumaya çalışan işletmelerin, kazanç sağlamaya çalışan spekülörlerin ve arbitrajcılarının yaptıkları yüksek hacimli işlemlerin piyasadaki dalgalanmaları azaltmakta tek olmasa da etkili rol oynadığını söylemek yanlış olmayacaktır.

VOB'ta Tablo 1'den de görüldüğü üzere, işlem hacminin Mayıs 2005 sonrası dönemde %95'den fazlasını İMKB endeksleri ve döviz oluşturmaktadır.

Bu anlamda bu çalışmada İMKB Endeksi ve Döviz üzerine olan vadeli işlem fiyatları ile spot fiyatlar arasındaki nedensellik üzerinde durulmuş ve analiz kapsamında bu değişkenler yer almıştır.

4. Uygulama

Çalışmada Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında (VOB) işlem gören türev ürünlerden İMKB 100 endeks, Dolar ve Euro vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatları ile spot fiyatlar arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla bu üç ürüne ait günlük spot ve vadeli işlem fiyat serileri VOB ve TCMB elektronik veri dağıtımın sisteminden elde edilmiştir. Bu ürünlerden İMKB 100 endeks serisi 01.11.2005 ile 28.09.2006, Dolar ve Euro serileri 04.02.2005 ile 28.09.2006 tarihleri arasında günlük verilerden oluşturulmuştur. Analizler yapılmadan önce fiyat serileri sürekli getiri serisi durumuna $r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$ formülüyle dönüştürülmüş ve analizler sürekli getiri serisi üzerinden yapılmıştır.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Bu üç seriye ait spot ve vadeli işlem fiyatlarının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2’de (bkz. EK 1) gösterilmektedir. Tabloda getirilerin ortalaması, medyanı, maksimum ve minimum değerleri, Jarque-Bera normallik testi, Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Peron (PP) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testlerine ait istatistikler yer almaktadır. Elde edilen istatistiklere göre en yüksek ortalama getiri İMKB 100 vadeli işlem sözleşmesinden elde edilmiştir. Çarpıklık ve basıklık istatistiklerine göre serilerin normal dağılıma uymadığı gözlenmektedir. Bu durum Jarque-Bera test istatistiği ile araştırılmıştır. Test istatistiği sonuçlarına göre %1 önem düzeyinde serilerin normal dağılmadığı gözlenmektedir. Finansal zaman

serilerinde bu durum oldukça sık rastlanmaktadır. Serilerin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller, Phillips-Peron ve KPSS testleri ile araştırılmıştır. Bu testler literatürde oldukça fazla kullanıldığından teorik açıklama yapma gereği duyulmamıştır. Bu testler arasındaki belirgin fark sıfır hipotezlerinin farklı kurulmasıdır. ADF ve PP testlerinin sıfır hipotezi birim kök vardır şeklinde kurulurken, KPSS testinin sıfır hipotezi birim kök yoktur şeklindedir. Elde edilen birim kök test sonuçlarına göre seriler birim kök içermemekte ve düzey değerlerde durağan olarak elde edilmişlerdir.

4.2. ARMA-GARCH Model

Geleneksel anlayışa göre ardışık bağımlılık sorunu zaman serisi verilerinin bir özelliği iken, değişen varyans kesit verilerinin bir özelliğidir. Zaman serisi verilerinde de değişen varyans olabilir. Hisse senedi fiyatları, enflasyon oranları, döviz kurları, vb. finansal zaman serileriyle kestirimler yapan araştırmacılar, bu değişkenlerin kestirim yeteneklerinin bir dönemden diğerine değiştiğini gözlemlemişlerdir. Tahmin hataları bazı dönemlerde küçük, bazı dönemlerde görece olarak büyük olmakta, sonra tekrar küçülmektedir. Bu değişkenlik, söylentilere, siyasal karışıklıklara, kamu para ve maliye politikalarında değişmeye karşı duyarlı olan finans piyasalarındaki dalgalanmalardan doğmuş olabilir. Bu da tahmin hataları varyansının sabit değil, dönemden döneme değişmekte olduğunu, yani tahmin hataları varyansının bir tür ardışık bağımlılığı olduğunu göstergesidir (Gujarati, 1995: 436).

Bu alanda Engle (1982) Ototregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli ile yeni ufuklar açmıştır. ARCH modelleri birçok farklı şekilde geliştirilmiştir. Bollerslev (1986) Genelleştirilmiş ARCH veya GARCH modeli ile kullanışlı bir türünü önermiştir (Verbeek, 2000: 266).

Bhar ve Hamori (2005) ve Cheung ve Fung (1997), yaptıkları çalışmalarda spot ve vadeli işlem piyasalarındaki fiyat ilişkisini incelerken AR-GARCH modeli kullanmışlardır. Bu nedenle çalışmada spot ve vadeli fiyatların modellenmesinde AR-GARCH model kullanılmıştır. Fakat spot ve vadeli işlem serileri otoregresif (AR) süreçle birlikte hareketli ortalama (MA) sürecini de içinde barındırdığından dolayı, ARMA-GARCH model daha iyi sonuçlar vermiş ve bu nedenle ARMA-GARCH modeli tercih edilmiştir. ARMA-GARCH modeli aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$r_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p_1} a_i r_{t-i} + \sum_{i=1}^{p_2} b_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \approx N(0, \sigma_t^2) \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{p_3} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{p_4} \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2)$$

burada r_t , spot veya vadeli getiridir. Denklem (1) koşulsuz otoregresif hareketli ortalama özelliği gösterir ve ARMA(p,q) olarak belirlenir. Burada ε_t , koşullu varyans σ_t^2 ile birlikte değişen varyanslı hata terimini ifade etmektedir. Denklem (2) koşullu varyans dinamiğini gösterir ve GARCH (p₃, p₄) olarak belirlenir. Burada p₃ ARCH terimi sayısı, p₄ GARCH terimi sayısını belirtmektedir.

İlk olarak spot ve vadeli işlem getiri serileri için ARMA model oluşturulmuştur. Mümkün ARMA spesifikasyonlarından en son model seçilirken bilgi kriterleri ve tanımlayıcı (diognastic) testler göz önünde bulundurulmuştur. En Yüksek Olabilirlik (Maksimum Likelihood) yöntemi ile elde edilen ARMA model sonuçlarına göre, üç ürüne ait spot ve vadeli işlem getiri serilerinde koşullu değişen varyans etkisi (ARCH etkisi) tespit edilmiştir.

Bu nedenle model spesifikasyonu ARMA-GARCH olarak değiştirilmiştir.¹ Elde edilen ARMA-GARCH model sonuçları Tablo 3’de (bkz. EK 2) gösterilmiştir.² Tüm serilerde koşullu değişen varyans için en uygun spesifikasyon GARCH (1, 1) olarak elde edilmiş, ayrıca ARCH ve GARCH terimleri %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir. Modellerde GARCH parametresi (β) oynaklığın süreklilik derecesini göstermekte ve bu değer birine yakın olması bir şok gerçekleştiğinde oynaklığın uzun süre etkili olacağını belirtmektedir. ARCH parametresi (α) ise koşullu değişen varyansı göstermektedir. Elde edilen model sonuçlarında β ’ların tümü α ’lardan büyük bulunmuştur. Bu durum her üç seride yaşanan şokların etkisinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir. İMKB spot modelinde ARMA (2, 2) en iyi model olarak elde edilirken, diğer modellerde en iyi model ARMA (3, 3) olarak bulunmuştur. Ayrıca modellerde koşullu değişen varyans LM testi, seri korelasyon Q ve Ljung-Box Q^2 istatistiği ile araştırılmış ve %1 önem düzeyinde modellerde herhangi bir tanısal problem saptanmamıştır.

4.3. Dinamik Nedensellik Testi

Bu bölümde Cheung ve Ng (1996) tarafından geliştirilen dinamik nedensellik test sonuçları yer alacaktır. Bu yöntem ARMA-GARCH modellerinden elde edilen standardize hatalar ve onların karesine dayanmaktadır. Cheung ve Ng (1996), X_t ve Y_t gibi iki zaman serisinin bilgi setini $I_t = \{X_{t-j}, j \geq 0\}$ ve $J_t = \{X_{t-j}, Y_{t-j}, j \geq 0\}$ şeklinde tanımlamıştır. Burada

¹ ARMA modellerden elde edilen hata terimleri normal dağılım özelliği göstermediğinden ARMA-GARCH modelinin koşullu hatasının genelleştirilmiş hata dağılımı (GED) gösterdiği varsayılmıştır.

² Modellerde kullanılan değişkenler finansal zaman serileri olduğundan kaldıraç etkisi EGARCH model ile araştırılmıştır. Bununla birlikte her üç ürüne ait spot ve vadeli işlem serilerinde kaldıraç etkisi tespit edilememiştir.

X_t ve Y_t spot ve vadeli getiri olarak tanımlansın. Y_t 'nin X_{t+1} 'in varyansta nedeni olabilmesi için aşağıdaki eşitsizliğin gerçekleşmesi gerekecektir:

$$E\left\{\left(X_{t+1} - \mu_{x,t+1}\right)^2 / I_t\right\} \neq E\left\{\left(X_{t+1} - \mu_{x,t+1}\right)^2 / J_t\right\} \quad (3)$$

Denklem (3)'te $\mu_{x,t+1}$ I_t 'deki şartlı bilgiye bağlı olarak X_{t+1} 'in ortalaması olarak tanımlanmaktadır. X_t ve Y_t değişkenleri arasında varyantsa eşzamanlı nedenselliğin oluşması için aşağıdaki eşitsizliğin gerçekleşmesi gerekir:

$$E\left\{\left(X_{t+1} - \mu_{x,t+1}\right)^2 / I_t\right\} \neq E\left\{\left(X_{t+1} - \mu_{x,t+1}\right)^2 / J_t + Y_{t+1}\right\} \quad (4)$$

Y_t 'den X_{t+1} 'e ortalama nedensellik aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$E\{X_{t+1} / I_t\} \neq E\{X_{t+1} / J_t\} \quad (5)$$

İki finansal varlığın ortalaması ve varyansında nedenselliği test etmek için, X_t ve Y_t serilerinin ortalama denklemleri aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$X_t = \mu_{x,t} + \sqrt{h_{x,t}} \varepsilon_t \quad \text{ve} \quad Y_t = \mu_{y,t} + \sqrt{h_{y,t}} \zeta_t$$

burada ε_t ve ζ_t sıfır ortalamalı sabit varyanslı birbirinden bağımsız hata terimlerini göstermektedir. Koşullu ortalama ve varyans aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\mu_{z,t} = \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_{z,i}(\theta_{z,h}) Z_{t-i} \quad (6)$$

$$h_{z,t} = \varphi_{z,0} + \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_{z,i}(\theta_{z,h}) \left\{ (Z_{t-i} - \mu_{z,t-1})^2 - \varphi_{z,0} \right\} \quad (7)$$

burada $\theta_{z,h}$, px1 boyutlu parametre vektörüdür. Dinamik nedensellik testinde X_t ve Y_t serileri için standardize hata kareleri aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$U_t = \left\{ (X_t - \mu_{x,t})^2 / h_{x,t} \right\} = \varepsilon_t^2 \quad (8)$$

$$V_t = \left\{ (Y_t - \mu_{y,t})^2 / h_{y,t} \right\} = \zeta_t^2 \quad (9)$$

burada ε_t ve ζ_t standardize hataları belirtmektedir. $r_{UV}(k)$, k. gecikme için standardize hata karelerinin çapraz korelasyon katsayıları ve $r_{\varepsilon\zeta}(k)$, standardize hataların çapraz korelasyon katsayıları olarak tanımlanır. $r_{UV}(k)$ ve $r_{\varepsilon\zeta}(k)$ Çapraz Korelasyon Fonksiyonu (CCF) varyans ve ortalamada nedensellik için kullanılır. Varyansta ve ortalamada nedensellik için test istatistikleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Varyansta Nedensellik Testi} = \sqrt{T} \times r_{UV}(k)$$

$$\text{Ortalamada Nedensellik Testi} = \sqrt{T} \times r_{\varepsilon\zeta}(k)$$

burada T gözlem sayısını belirtmektedir.

Denklem (1) ve (2) kullanılarak standardize hatalar ε_t / σ_t şeklinde elde edilmektedir. Ortalamada nedensellik standardize hatalar arasındaki çapraz korelasyon katsayıları ile test edilirken, varyansta nedensellik karesi alınmış standardize hatalar arasındaki çapraz korelasyon katsayıları ile test edilmektedir. Nedensellik yoktur hipotezi altında farklı gecikmelerdeki korelasyon katsayıları büyük örneklerde normal dağılım göstermektedir. Standardize hatalardan (veya karelerinden) elde edilen çapraz korelasyon katsayılarının tümü, tüm mümkün öncül (leads) ve gecikme (lags) değerlerde, istatistiksel olarak sıfırdan anlamlı derecede farklı olduğunda ortalamada (veya varyansta) nedensellik mevcuttur denir (Bhar ve Hamori, 1995: 533).

Standardize hatalar ve karelerinden elde edilen çapraz korelasyon katsayıları Tablo 4'te (bkz. EK 3) gösterilmiştir. Gecikme ifadesi, vadeli işlemin spotta oluşturduğu nedenselliği belirtirken; öncül ifadesi spotun vadeli işlemde oluşturduğu nedensellik etkisini belirtmektedir.

Elde edilen çapraz korelasyon katsayılarına göre; İMKB denkleminde vadeli işlem getirisinin ortalaması spot getirilerin ortalamasını etkilemezken, spot getirinin ortalaması vadeli işlem getirinin ortalamasını 1. gecikmede

etkilemektedir. Yani spot getirilerinin ortalamasında oluşan değişkenlik vadeli işlem piyasasında birinci günde etkili olmaktadır. Elde edilen bu sonuç beklentilerle ters yöndedir. Zira yeterince derinliğe sahip piyasalarda vadeli işlemlerin spot fiyatları etkilemesi beklenmektedir. Bu sonuca göre, VOB'ta endeks sözleşmelerinde spot piyasalara göre yeterince piyasa derinliğinin henüz oluşmadığını veya işlem hacminin spot piyasaları etkileyebilecek düzeye gelmediğini göstermektedir. Bununla birlikte vadeli işlem ve spot getirilerin varyansında aynı zaman diliminde oluşan karşılıklı bir geri bildirim etkisi mevcuttur. Bu durum spot ve vadeli işlem piyasada oluşan oynaklığın (volatilite) aynı gün içerisinde karşılıklı olarak birbirlerini etkilediğini göstermektedir. Dolar denkleminde ise, vadeli işlem getirisinin ortalamasında oluşan değişkenlik bir gün sonra spot getirinin ortalamasını etkilemektedir. Volatilite de ise benzer bir durum söz konusudur. Şöyle ki, vadeli işlemde oluşan volatilite birinci ve dördüncü günde spotta volatiliteye neden olmaktadır. Son olarak Euro modelinde, vadeli işlem sözleşmenin ortalamasında oluşan değişkenlik spot fiyata aynı gün yansımakta ve bu etki bir gün daha sürmektedir. Volatilite de aynı durum söz konusudur. Vadeli işlem sözleşmede oluşan bir oynaklık spot piyasalara bir gün sonra etki etmektedir. Dövizde dayalı modellerde ise beklenildiği gibi vadeli işlemler spot piyasaları etkilemektedir.

5. Sonuç

Çalışmada Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsasında işlem gören İMKB100, Dolar ve Euro vadeli işlem sözleşmelerinin getirileri ile spotta oluşan getiriler arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak serilerin tanımlayıcı istatistikleri çıkarılmış ve üç ürüne ait vadeli işlem ve spot verilerin normal dağılmadığı ve koşullu değişen varyans etkisi olduğu saptanmıştır.

Bu nedenle serilerin modellenmesinde AR-GARCH model kullanılmıştır. Fakat ARMA-GARCH modelleri serilerin dinamikleri açıklamada daha üstün sonuçlar verdiğiinden ARMA-GARCH model tercih edilmiştir. Tüm modellerde koşullu değişen varyans için en iyi spesifikasyon GARCH(1, 1) ile elde edilmiştir.

Vadeli işlem ve spot piyasa arasındaki ilişkiler Cheung ve Ng (1996) tarafından geliştirilen dinamik nedensellik testi ile araştırılmıştır. Bu test çapraz korelasyon katsayılarına dayanıp ortalama ve varyansdaki nedenselliği araştırmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, İMKB 100 modelinde ortalama ve varyansdaki nedenselliğe göre spot vadeli işlemi etkilerken, varyanstaki nedensellik aynı anda gerçekleşmektedir. Dolar modelinde ortalama ve varyansa göre vadeli işlem spotu etkilemektedir. Son olarak Euro modelinde ise ortalama ve varyansta vadeli işlem spotu etkilemektedir.

Dinamik nedensellik testi sonucuna göre, her üç ürüne ait çapraz korelasyon katsayıları mevcut iki piyasa arasında bilgi akışının hızlı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Piyasada oluşan oynaklık ürünlerin spot ve vadeli fiyatlarını karşılıklı olarak etkilemektedir. Sonuç olarak spot ve vadeli işlem piyasalarında yatırım yapmayı düşünen yatırımcıların Dolar ve Euro için vadeli işlem piyasasında oluşan fiyatların spot fiyatları etkilendiğini, İMKB 100 endeks spot fiyatının ise vadeli işlem fiyatını etkilediğini göz önünde bulundurmaları karlılıklarını maksimize etmek ve daha az riskli portföy oluşturması açısından yararlı olacaktır.

ABSTRACT

Volatility in financial markets urges importance of risk management with respect to investors and especially firms. Information and interaction between spot and futures markets plays an important role on formation of

market prices. In this study, causality and information flows are examined on spot and futures prices of ISE 100 Index, US Dollar, and Euro which are traded at Turkish Derivatives Exchange (VOB). Dynamic causality test that is originally created by Cheung and Ng (1996) is applied. Dynamic causality test results show that in the ISE 100 Index model spot prices affect futures prices and in the exchange model futures prices affect spot prices.

Keywords: Dynamic causality, ARMA-GARCH, Correlation of spot-futures.

KAYNAKÇA

- ANTONIOU, A., PESCIOTTO, G. and VIOLARIS, A. (2001), "Modelling International Price Relationships and Interdependencies between EU Stock Index and Stock Index Futures Markets: A Multivariate Analysis", <http://inquire.org.uk.lopiadns.com/inquirefiles/Attachments/Brighton2001/paper-antoniou.pdf>, 08.08.2006.
- BAKLAVACI, Hasan F. (2007), "Türkiye'de Futures İşlemlerinin Spot Piyasa Oynaklığına Etkisi Üzerine Bir Çalışma", *11. Ulusal Finans Sempozyumu*, 17-20 Ekim 2007.
- BHAR, R. and HAMORİ, S. (2005), "Causality in Variance and the Type of Traders in Crude Oil Futures", *Energy Economics*, 27, 527-539.
- BOLLERSLEV, T. (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- BRYANT, H. L., BESSLER, D. A. and HAIGH M. S. (2003), "Causality in Futures Markets", <http://www.arec.umd.edu/publications/papers/Working-Papers-PDF-files/03-07.pdf>, 08.08.2006.

- CHEUNG, Y.W. and NG, L.K. (1996), “A Causality-in-Variance Test and Its Applications to Financial Market Prices”, *Journal of Econometrics*, 72, 33–48.
- CHEUNG, Y.W. and FUNG H.G. (1997), “Information Flows Between Eurodollar Spot and Futures Markets”, *Multinational Finance Journal*, 1(4), 255–271, <http://mfs.rutgers.edu/MFJ/Articles-pdf/V01N4p1.pdf>, 21.09.2006.
- COVRIG, V., DING, D. K. and LOW, B. S. (2006), “Price Discovery in Informational-Linked Markets: A Microstructure Analysis of Nikkei 225 Futures”, [http://business.kent.edu/erf/Papers/2003%20Shanghai/P007\(Nanyang%20Technological%20U\).pdf](http://business.kent.edu/erf/Papers/2003%20Shanghai/P007(Nanyang%20Technological%20U).pdf), 08.08.2006.
- CROVDER, J. W. and PHENGPIS, C. (2003), “Testing Futures Market Efficiency using Adaptive Estimation”, <http://economics.uta.edu/wpapers/chanwit.pdf>, 08.08.2006.
- ENGLE, R. F. (1982), “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation”, *Econometrica*, 50, 987–1008.
- GUJARATI N, D. (1995), *Basic Econometrics International Edition*, McGraw-Hill, Inc., USA.
- HADDAD, A. M. (2003), “Futures Market Efficiency and the Federal Budget Deficit”, *Journal of Academy of Business and Economics*, <http://www.highbeam.com/library/docFree.asp?DOCID=1G1:11356358>, 08.08.2006.
- HAUBRICH, J., HIGGINS, P. and MILLER J. (2004), “Oil Prices: Bacward to the Future?”, Federal Reserve Bank of Cleveland, <http://www.clevelandfed.org/research/Com2004/Decnew.pdf>, 20.06.2006.
- KAVUSSANOS, M. G. and NOMIKOS, N. K. (2003), “Price Discovery, Causality and Forecasting in the Freight Futures Market”, *Review of*

Derivatives Research, 203-230, <http://www.springerlink.com/content/q172m109840381q6/fulltext.pdf>, 08.08.2006.

KÜÇÜKKOCAOĞLU, G. (2006), “Türev Piyasaları-Vadeli İşlem Piyasaları Tanımı, Kuramsal Analizi ve Gelişimi”, <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/finpazpazartesi11.doc>, 08.08.2006

MALLIARIS, A.G. (2006), “Futures Markets: How do Prices Behave?”, <http://www.sba.luc.edu/tassos/downloads/futures%20behave.pdf>, 20.06.2006.

SARNO, L. and VALENTE, G. (2003), “Modeling and Forecasting Stock Returns: Exploiting the Futures Market, Regime Shifts and International Spillovers”, <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/wbs/research/wfri/wpaperseries/wf04-223.pdf>, 08.08.2006.

SARTWELLE, J. D., SMITH E., KASTENS, T. and O’BRIEN, D. (2006), “Buying Hedge With Futures, Risk Management Education”, <http://trmep.tamu.edu/cg/factsheets/rm2-15.pdf>, 20.06.2006.

TURKINGTON, J. and WALSH, D. (1999), “Price Discovery and Causality in Australian Share Price Index Futures Market”, *Australian Journal of Management*, 24(2), <http://www.agsm.unsw.edu.au/eqjm/9912/pdf/turkington.pdf>, 08.08.2006.

VERBEEK, M. (2000), *A Guide to Modern Econometrics*, John Wiley&Sons, England.

VOB Tanıtım CD’si

WU, T. and McCALLUM, A. (2005), “Do Oil Futures Prices Help Predict Future Oil Prices?”, *Federal Reserve Bank of San Francisco, FRBSF Economic Letter*, 38, <http://www.frbsf.org/publications/economics/letter/2005/el2005-38.pdf>, 20.06.2006

ZOU, L. and PINFOLD, J. (2001), "Price Functions Between NZSE10 Index",
Index Futures and TENZ, Department of Commerce, Massey University,
Auckland, Working Paper Series, 1(10), [http://commerce.massey.ac.nz/
research_outputs/2001/2001010.pdf](http://commerce.massey.ac.nz/research_outputs/2001/2001010.pdf), 08.08.2006.

<http://www.tcmb.gov.tr>, 29.09.2006.

<http://www.vob.org.tr>, 29.09.2006.

EK: 1**Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler**

	<i>İMKB</i>		<i>Dolar</i>		<i>Euro</i>	
	Spot	Vadeli işlem	Spot	Vadeli işlem	Spot	Vadeli işlem
Ortalama	0.0005	0.0006	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002
Medyan	0.0016	0.0000	-0.0007	-0.0003	-0.0004	0.0000
Maksimum	0.0510	0.0958	0.0476	0.0823	0.0450	0.0585
Minimum	-0.0867	-0.1215	-0.0277	-0.0635	-0.0265	-0.0389
Standart Sapma	0.0186	0.0198	0.0086	0.0098	0.0087	0.0095
Çarpıklık	-0.6483	-0.6805	1.1254	1.1298	1.2910	1.4664
Basıklık	4.9494	14.304	8.3219	19.8163	8.4833	10.650
J-B testi	52.760	1247.793	587.100	5062.143	645.913	1180.337
[Olasılık]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
ADF ist.	-13.991	-6.299	-20.614	-23.077	-20.177	-4.041
% 1 Kritik Değer	-2.585	-2.575	-2.570	-2.570	-2.570	-2.570
Phillips Perron ist.	-13.991	-15.614	-20.633	-23.048	-20.190	-21.981
% 1 Kritik Değer	-2.575	-2.575	-2.570	-2.570	-2.570	-2.570
KPSS ist.	0.312	0.340	0.069	0.081	0.222	0.236
%1 Kritik Değer	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739

EK: 2

Tablo 3: ARMA-GARCH Model Sonuçları

	İMKB100 Endeksi		DOLAR		EURO	
	Spot	Vadeli İşlem	Spot	Vadeli İşlem	Spot	Vadeli İşlem
	Katsa yı Prob	Katsayı Prob	Katsayı Prob	Katsayı Prob	Katsayı Prob	Katsayı Prob
a_0	0.000 [0.734]	0.000 [0.998]	-0.000 [0.011]	-0.000 [0.044]	-0.000 [0.363]	0.000 [0.999]
a_1	0.492 [0.000]	0.336 [0.651]	0.131 [0.564]	0.625 [0.009]	-0.464 [0.000]	0.048 [0.994]
a_2	0.460 [0.000]	0.439 [0.477]	0.186 [0.390]	0.501 [0.011]	-0.556 [0.000]	-0.082 [0.919]
a_3		-0.439 [0.357]	-0.402 [0.058]	-0.395 [0.024]	-0.845 [0.000]	0.108 [0.828]
b_1	-0.455 [0.000]	-0.336 [0.651]	-0.144 [0.534]	-0.707 [0.003]	0.511 [0.000]	-0.048 [0.994]
b_2	-0.535 [0.000]	-0.439 [0.478]	-0.204 [0.353]	-0.485 [0.025]	0.511 [0.000]	0.082 [0.919]
b_3		0.439 [0.375]	0.392 [0.069]	0.392 [0.032]	0.846 [0.000]	-0.108 [0.828]
ω	0.000 [0.287]	0.000 [0.002]	0.000 [0.164]	0.000 [0.038]	0.000 [0.078]	0.000 [0.133]
α_1	0.063 [0.069]	0.390 [0.004]	0.160 [0.000]	0.174 [0.000]	0.163 [0.000]	0.131 [0.019]
β_1	0.883 [0.000]	0.609 [0.000]	0.857 [0.000]	0.819 [0.000]	0.827 [0.000]	0.833 [0.000]
L-Likelihood	602.909	675.005	1501.689	1485.308	1480.841	1498.166
LM ist	0.243 [0.622]	0.135 [0.713]	0.215 [0.643]	3.015 [0.083]	0.117 [0.731]	0.174 [0.676]
Q(10)	5.100 [0.531]	5.656 [0.226]	9.881 [0.042]	9.482 [0.050]	5.890 [0.207]	11.046 [0.026]
Q²(10)	7.725 [0.259]	1.397 [0.845]	10.435 [0.034]	5.754 [0.218]	3.300 [0.509]	2.732 [0.604]

EK: 3

Tablo 4: Dinamik Nedensellik Sonuçları

<i>İMKB100 Endeksi</i>					<i>DOLAR</i>					<i>EURO</i>				
k	Düzye		Kare		k	Düzye		Kare		k	Düzye		Kare	
	Gecikme	Öncül	Gecikme	Öncül		Gecikme	Öncül	Gecikme	Öncül		Gecikme	Öncül	Gecikme	Öncül
	S&V(-k)	S&V(+k)	S&V(-k)	S&V(+k)		S&V(-k)	S&V(+k)	S&V(-k)	S&V(+k)		S&V(-k)	S&V(+k)	S&V(-k)	S&V(+k)
0	0.556*	0.556*	0.194*	0.194*	0	0.065	0.065	0.074	0.074	0	0.118*	0.118*	0.072	0.072
1	0.051	0.214*	-0.004	-0.015	1	0.806*	0.040	0.678*	-0.014	1	0.712*	0.007	0.803*	0.045
2	0.019	-0.064	-0.042	-0.024	2	0.076	0.039	0.039	0.063	2	-0.032	0.014	-0.017	0.010
3	0.069	0.135	-0.052	0.007	3	-0.023	0.013	0.008	0.100	3	0.011	0.032	0.014	0.027
4	0.003	-0.050	-0.014	0.001	4	-0.037	0.070	0.123*	-0.036	4	0.014	0.063	0.001	-0.037
5	0.050	0.036	0.043	-0.041	5	0.016	-0.031	0.011	-0.010	5	0.011	0.068	-0.022	-0.024
6	-0.066	-0.020	0.006	-0.006	6	0.040	-0.024	-0.037	0.000	6	0.086	-0.024	-0.010	0.004
7	-0.041	-0.070	-0.002	-0.043	7	0.009	-0.041	0.004	-0.024	7	0.078	0.044	0.002	-0.032
8	-0.001	-0.041	-0.016	-0.018	8	-0.070	0.071	-0.020	-0.030	8	-0.024	0.013	-0.001	-0.019
9	0.067	-0.058	-0.005	-0.034	9	0.000	-0.029	-0.027	-0.044	9	0.056	0.017	-0.023	0.000
10	-0.016	0.003	-0.055	-0.022	10	0.100	-0.010	-0.025	-0.028	10	0.054	0.061	0.038	-0.001

* % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı