

# İMKB Sektör Endeksleri Arasındaki Şok ve Oynaklık Etkileşimi

Ekin TOKAT\*

## Özet

Bu çalışmada İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) hisse senetleri sektör endeksleri arasındaki şok ve oynaklık etkileşimi incelenmiştir. 30 Haziran 2000 ile 27 Ağustos 2009 tarihleri arasındaki İMKB Ulusal Sınai, Ulusal Hizmetler, Ulusal Mali ve Ulusal Teknoloji endekslerinin günlük kapanış verileri kullanılarak ve çok değişkenli GARCH modeli uygulanarak sektörler arası şok ve oynaklık sızramaları tespit edilmiştir. Çeşitli yatırım varlıkları için bu sektör endeksleri gösterge niteliği taşıdığından, yatırımcılar için bu sektörlerin oynaklık mekanizmasının işleyişinin anlaşılması optimum portföy çeşitlendirmesi ve yönetilmesi için önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda çalışmanın bulguları yatırımcılara faydalı bir kullanım alanı sunmaktadır. Sonuçlar, politika yapıcılar ve düzenleyiciler için de gösterge niteliği taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sektör Endeksleri, Oynaklık Yayılımı, Çok Değişkenli GARCH

**JEL Sınıflaması:** G19

## Abstract - Shock and Volatility Interaction Between The Sector Indexes of Istanbul Stock Exchange

This paper investigates the shock and volatility transmission between the Istanbul Stock Exchange (ISE) sector indexes. Using daily data of ISE National Industry, National Service, National Finance and National Technology indexes from July 30, 2000 to August 27, 2009 and employing a series of multivariate GARCH models, strong shock and volatility spillovers are detected among the sectors. Since these sector indexes are taken as indicator for various investment assets, it is important for financial investors to understand the volatility transmission mechanism across the sectors in order to make optimal portfolio allocation decisions. In this context, the results of this study provide a useful scope of application for the investors. The results are also indicative for policy makers and regulators.

**Keywords:** Sector Indexes, Volatility Transmission, Multivariate GARCH

**JEL Classification:** G19

---

\* Yrd. Doç. Dr., TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, İşletme Bölümü

## 1. Giriş

Son 70 yılın yaşanan en derin finansal krizi, finansal şokların ve oynaklığın piyasalara yayılması konusunu tekrar gündeme taşımıştır. Oynaklığın piyasalar arası yayılma mekanizmasını inceleyen çok sayıda çalışma olmasına rağmen (Hamao, Masulis, ve Ng (1990); King ve Wadhvani (1990); Lin, Engle, ve Ito (1994); Engle ve Susmel (1993); Karolyi (1995); Tanizaki ve Hamori (2008)), bu çalışmaların farklı ülkelerin hisse senedi piyasaları arasında ya da bir ülkenin farklı finans piyasaları arasındaki oynaklık etkileşimi üzerinde yoğunlaştığı, sektörler arası oynaklık mekanizması üzerine sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Sektörler arası oynaklık etkileşimini incelemek portföy ve risk yönetimi için kritik bir öneme sahipken, sektör getirilerinin modellenmesinde de önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) sektör endeksleri arasındaki oynaklık etkileşimi incelenmiştir. Finansal şokların ve oynaklığın sektörler arası nasıl yayıldığını açıklayan bir mekanizmanın, finansal yatırımcılar ve politika yapıcılar için oldukça yararlı olması beklenmektedir. Sektörler arası oynaklık etkileşiminin doğru analiz edilmesi portföy çeşitlendirmeleri ve korunma (hedging) stratejileri için kritik öneme sahipken, sektörlere yönelik mikro düzeyde mali politikaların değerlendirilmesi açısından da önemli bir aşama olarak değerlendirilmektedir.

Daha önceden de belirtildiği gibi, sektörler arası oynaklık etkileşimini ele alan çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Vektör otoregresyon (VAR) modeli çerçevesinde S&P sektör endeksleri arasındaki etkileşimi inceleyen Ewing (2002), herhangi bir sektörde gerçekleşen beklenmeyen bir şokun diğer sektörler üzerinde önemli bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Yine S&P sektör endeksleri üzerine makroekonomik şokların etkisini inceleyen Ewing, Forbes ve Payne (2003), genelleştirilmiş etki tepki analizi ile hisse senedi fiyatlarının beklenmeyen makroekonomik gelişmelerden daha çok etkilendiklerini göstermişlerdir.

Hisse senedi getirilerindeki değişkenlik dinamiklerinin modellenmesinde Engle (1982) tarafından geliştirilen ve Bollerslev (1986) tarafından da genelleştirilen ARCH spesifikasyonu en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Çoklu değişkenli GARCH (MGARCH) modeli ise piyasalar arası oynaklığın yayılması etkisinin tahmininde karşımıza çıkmaktadır. Bu alanda referans niteliğinde olan bir çalışmada, Kearney ve Patton (2000), Avrupa Para Sistemi içindeki döviz kurları arasında önemli bir oynaklık etkileşimi olduğunu göstermiştir. MGARCH modeli çerçevesinde, Ewing ve Malik (2005) büyük ve küçük sermayeli hisse senetleri arasındaki oynaklık etkileşimini inceleyen, Hassan ve Malik (2007) Dow Jones sektör endeksleri arasında oynaklığın yayılma mekanizmasını incelemişlerdir.

İMKB Ulusal 100 ve 30 endekslerinin oynaklık modellenmesi üzerine çok sayıda çalışma olmasına rağmen, İMKB Hisse Senetleri Sektör endekslerinin oynaklık davranı-

şının yeterince incelenmediği gözlenmiştir. Bu konuda literatürde yer alan çalışmalarından bazıları, Vardar, Aksoy ve Can'ın (2008) faiz oranı ve döviz kurunun İMKB'deki sektör endekslerinin getiri ve oynaklığı üzerine etkilerini inceleyen çalışmaları ve Duran ve Şahin'in (2006), sektör endeksleri arası oynaklık etkileşimini inceleyen çalışmalarıdır. Duran ve Şahin (2006), 2000-2004 arası dönemde sanayi, hizmetler, mali ve teknoloji sektörleri arası oynaklık etkileşimini incelerken, EGARCH modeli ile tahmin edilen koşullu varyans serileri endekslerin oynaklık göstergesi olarak alınmış ve sektörler arası oynaklık ilişkisi VAR modeli çerçevesinde incelenmiştir. Sonuçlar, sektörler arası önemli bir oynaklık etkileşimi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada ise, çok değişkenli GARCH modeli kullanılarak, sektörler arasındaki oynaklık etkileşimi eşzamanlı tespit edilmiştir. Çalışılan modelin avantajı, herhangi bir sektördeki oynaklık düzeyinin geçmiş dönemdeki kendi şoklarının ve oynaklık düzeyinin yanı sıra diğer sektörlerde geçmiş dönemde yaşanan şok ve oynaklık düzeyine bağlı olarak analiz edilebilmesidir. Çalışmada, İMKB Ulusal Sınai, Ulusal Hizmetler, Ulusal Mali ve Ulusal Teknoloji Endekslerinin 30 Haziran 2000 ile 27 Ağustos 2009 tarihleri arası haftalık getirileri kullanılmıştır. Literatürde bu konuda yapılan çalışmaların iki ana başlıkta yoğunlaştığı; hisse senedi getirileri arası ilişkinin eşbütünleşme analizi ile çalışıldığı, fiyat ve getiri oynaklığının ise genelde ARCH modeli kapsamında incelendiği görülmektedir. Bahsedilen bu iki ana başlığın bir araya getirilerek İMKB Hisse Senetleri Sektör Endeksleri arasındaki oynaklık etkileşiminin farklı bir boyutta ele alınması ve şok ve oynaklık yayılma mekanizmasının eşzamanlı olarak tespit edilmesi, bu çalışmanın literatüre sağladığı katkılar olarak sıralanabilir. Sonuçlar, sektörler arası önemli bir etkileşim mekanizması olduğunu, bir sektörde yaşanan şok ya da oynaklığın diğer sektörlerin oynaklık davranışı üzerinde etkili olabildiğini göstermiştir.

Çalışmanın 2. bölümünde kullanılan yöntem ve veri anlatılmaktadır. 3. bölümde modelden elde edilen bulgulara yer verilirken, son bölümde sonuçlar ve değerlendirmeler yer almaktadır.

## 2. Yöntem ve Veri

### 2.1. Çok Değişkenli GARCH Modeli

Çalışmaya her bir İMKB sektör endeksi getirisi için aşağıdaki denklemin tahmini ile başlanmıştır:

$$R_{i,t} = \mu_i + \alpha R_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$R_{i,t}$ ,  $i$  endeksinin  $t-1$  ile  $t$  zamanları arasındaki getirisini,  $\mu_i$  uzun dönem eğilim katsayısını,  $\varepsilon_{i,t}$   $i$  endeksi getirisinin hata terimini göstermektedir. Öncelikle, (1) no.lu denklemde Engle'de (1982) açıklanan test kullanılarak ARCH etkilerinin varlığı test edilmiştir. Tüm serilerde ARCH etkisi tespit edilmesi sonucunda, GARCH-tipi modellemenin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Getiri oynaklığının modellenmesi GARCH literatüründe temel amacı temsil etse de, finansal varlık getirilerinin birlikte hareketini anlayabilmek özellikle uygulamada büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle çok değişkenli GARCH modellerinin kullanımı 1990'larda yaygınlaşmıştır. Varlık fiyatlandırmasının portföydeki varlıklar arası kovaryansa bağlı olması ve risk yönetiminde optimum korunma oranının (optimal hedge ratio) önemi çok değişkenli GARCH modellerinin portföy optimizasyonu ve risk yönetimi alanında uygulama alanı bulmasını sağlamıştır. (Bkz. Bollerslev, Engle, and Wooldridge, 1988; Ng, 1991; Hansson ve Hördahl, 1998). Diğer yandan yaşanan finansal krizler sonucu yayılma (contagion) literatüründe piyasalar arası oynaklık ve korelasyon etkileşiminin incelenmesinde de çok değişkenli GARCH modelleri kullanılmıştır (Bkz. Tse ve Tsui, 2002; Bao, Karolyi ve Stulz, 2003). Bu çalışmada ise amaç sektör endeksleri arası oynaklık etkileşimini ve her bir sektördeki oynaklık davranışını incelemek olduğu için, çalışmaya çok değişkenli GARCH modelinin bir versiyonu olan BEKK parametrizasyonu ile devam edilmiştir. Çok değişkenli GARCH modelleri Engle ve Kroner (1995) tarafından önerilen BEKK parametrizasyonu literatürde sıklıkla kullanılan metotlardan biridir. Bollerslev (1990) ve Karolyi (1995) gibi bazı araştırmacılar BEKK modelinin alternatifi olarak değişkenler arası sabit korelasyon varsayımının geçerli olduğu sabit korelasyon modelini de kullanmaktadırlar. Bu model tahmin edilen parametre sayısını azaltsa da, Longin and Solnik (1995), hisse senedi piyasalarında değişkenler arası korelasyonun zamana bağlı olduğunu iddia etmektedirler. Ayrıca sabit korelasyon varsayımı piyasalar arası oynaklık sıçramasını çalışmaya imkân vermemektedir. Oysaki BEKK parametrizasyonu ile bu tür kısıtlayıcı varsayımlar yapmak zorunda kalınmamaktadır. BEKK modeli, tahmin edilen kovaryans matrisinin pozitif tanımlı olmasını sağlayacak biçimde tasarlandığı için, negatif olmayan varyans tahmini koşulunu da garanti altına almaktadır. Çok değişkenli GARCH(1,1) modeli için BEKK parametrizasyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$H_{t+1} = C' C + A' \varepsilon_t \varepsilon_t' A + B' H_t B \quad (2)$$

(2) no.lu denklemdeki A, B ve C matrislerinin elementleri ise aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} C = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{22} & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Burada A matrisi, koşullu varyansın geçmiş hata terimleri ile korelasyonunu gösteren parametrelerin 3 x 3 kare matrisini göstermektedir. Diğer bir deyişle, A matrisinin elemanları, beklenmeyen olayların ve şokların koşullu varyans üzerindeki etkisini ölçmektedirler. B matrisi de yine 3 x 3 kare matrisi olup, B matrisini oluşturan parametreler bugünkü koşullu varyansın geçmiş koşullu varyanstan nasıl etkilendiğini göstermektedirler. C matrisi ise altı elemanlı bir alt üçgen matrisidir.

Üç değişkenli GARCH (1,1) modeli çerçevesinde, koşullu varyans denklemleri aşağıdaki sistemde gösterilmektedir:

$$\begin{aligned} h_{11,t+1} &= a_{11}^2 \varepsilon_{1,t}^2 + 2a_{11}a_{21}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t} + 2a_{11}a_{31}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t} + a_{21}^2 \varepsilon_{2,t}^2 + 2a_{21}a_{31}\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t} \\ &+ a_{31}^2 \varepsilon_{3,t}^2 + b_{11}^2 h_{11,t} + 2b_{11}b_{21}h_{12,t} + 2b_{11}b_{31}h_{13,t} + b_{21}^2 h_{22,t} + 2b_{21}b_{31}h_{23,t} \\ &+ b_{31}^2 h_{33,t} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} h_{22,t+1} &= a_{12}^2 \varepsilon_{1,t}^2 + 2a_{12}a_{22}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t} + 2a_{12}a_{32}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t} + a_{22}^2 \varepsilon_{2,t}^2 + 2a_{22}a_{32}\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t} \\ &+ a_{32}^2 \varepsilon_{3,t}^2 + b_{12}^2 h_{11,t} + 2b_{12}b_{22}h_{12,t} + 2b_{12}b_{32}h_{13,t} + b_{22}^2 h_{22,t} + 2b_{22}b_{32}h_{23,t} \\ &+ b_{32}^2 h_{33,t} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} h_{33,t+1} &= a_{13}^2 \varepsilon_{1,t}^2 + 2a_{13}a_{23}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t} + 2a_{13}a_{33}\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t} + a_{23}^2 \varepsilon_{2,t}^2 + 2a_{23}a_{33}\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t} \\ &+ a_{33}^2 \varepsilon_{3,t}^2 + b_{13}^2 h_{11,t} + 2b_{13}b_{23}h_{12,t} + 2b_{13}b_{33}h_{13,t} + b_{23}^2 h_{22,t} + 2b_{23}b_{33}h_{23,t} \\ &+ b_{33}^2 h_{33,t} \end{aligned} \quad (6)$$

(4), (5) ve (6) no.lu denklemler şokların ve oynaklığın sektörler arasında ve zamana bağlı olarak nasıl yayıldığıнын bir gösterimidir.

Yukarıdaki modelin tahmininde, hata terimlerinin  $t$  dağılımı gösterdiği varsayılarak aşağıdaki olabilirlik fonksiyonu maksimize edilmiştir:<sup>1</sup>

$$L(\theta) = -T \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\ln |H_t| + \varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t) \quad (7)$$

(7) no.lu denklemde  $\theta$  tahmin edilen parametreler vektörünü,  $T$  ise gözlem sayısını göstermektedir. (4), (5) ve (6) no.lu denklemlerdeki katsayılar, (2) no.lu denklemde tahmin edilen parametrelerin doğrusal olmayan fonksiyonları olduğu için, anlamlılık testleri öncelikle bu doğrusal olmayan fonksiyonların beklenen değer ve hata terimleri bulunarak yapılmalıdır. Doğrusal olmayan fonksiyonun beklenen değeri ( $2b_{13}b_{23}$  gibi), tahmin edilen parametrelerin fonksiyonu olarak hesaplanabilirken, hata terimlerinin hesaplanması aynı şekilde olamamaktadır. Katsayıların hata terimleri birinci dereceden Taylor açılımı kullanılarak hesaplanmış ve t-istatistikleri ilgili tablolarda rapor edilmiştir.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tüm tahminler RATS 5.01 versiyonu kullanılarak yapılmıştır.

<sup>2</sup> Kearney ve Patton (2000), Avrupa Parasal Sistemi'nde döviz kurlarındaki oynaklık etkileşimini çok değişkenli GARCH modeli ile inceledikleri çalışmalarında bu yöntemi kullanmışlardır. Ayrıca, regresyon katsayılarının doğrusal olmayan fonksiyonlarının hata terimlerinin hesaplanması ile ilgili bkz. Papke ve Wooldridge, 2005.

## 2.2. Veri

Veri seti, 30 Haziran 2000- 27 Ağustos 2009 dönemleri arasındaki İMKB Ulusal Sınai, Ulusal Hizmetler, Ulusal Mali ve Ulusal Teknoloji Endekslerinin günlük kapanış verilerinden oluşmaktadır. Bütün seriler birim kök içerdiğinden, literatürü izleyerek, getiri serileri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır ve çalışmada günlük getiri serileri kullanılmıştır:

$$R_{t+1} = \log(P_t) - \log(P_{t-1}) \quad (8)$$

( $P_t$  – fiyat endeksi)

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistiksel göstergeleri ile basıklık, Ljung-Box istatistiği değerleri Tablo 1’de özetlenmiştir. Bütün seriler kalın kuyruk özelliği göstermektedir. Teknoloji sektörü dışındaki sektörler pozitif getiri ortalamasına sahipken, Q istatistiği tüm sektör getirilerinde otokorelasyon olduğunu göstermektedir. GARCH modellemesinin uygunluğunun tespiti serilerin kalıntılarında ARCH etkisinin varlığının test edilmesiyle de mümkün olmaktadır. Kalıntı kareleri için Tablo 1’de rapor edilen Ljung-Box Q test istatistikleri ve p-değerleri, yine tüm serilerin kalıntı karelerinde ARCH etkisinin varlığına işaret etmektedir.

**Tablo 1:** Tanımlayıcı İstatistikler

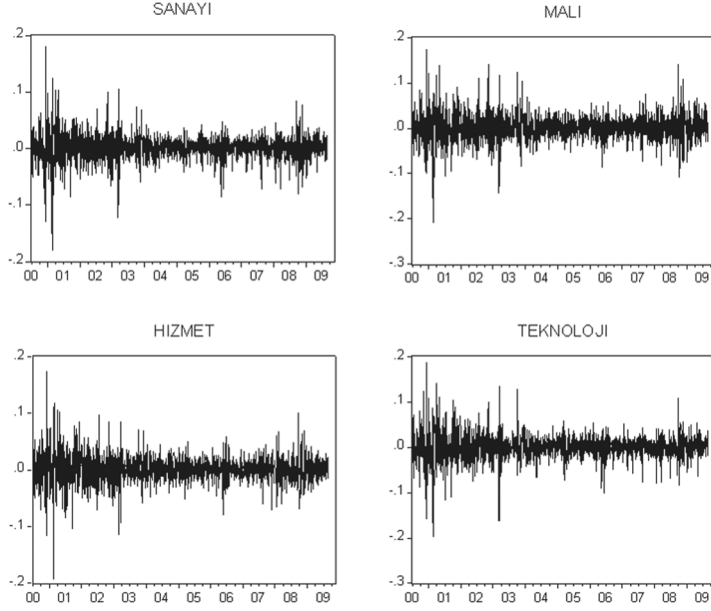
	Sanayi	Mali	Hizmet	Teknoloji
Ortalama	0.000497	0.000575	0.000391	-0.000178
Standart Sapma	0.022082	0.028360	0.023701	0.026806
Çarpıklık	-0.17063	0.021188	-0.054869	-0.145727
Basıklık	12.13112	7.878643	11.17844	10.49921
Jarque-Bera	7998.017	2280.125	6408.363	5395.279
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Q(16) <sub>kalıntı</sub>	37.45 (0.002)	36.47(0.002)	24.16(0.086)	45.77(0.000)
Q(16) <sub>kalıntı kareleri</sub>	1145 (0.000)	508.5(0.000)	1027.3(0.000)	829.5(0.000)
N (Gözlem Sayısı)	2299	2299	2299	2299

Not: Q(16)<sub>kalıntı</sub>, kalıntılardaki seri korelasyon testi için Ljung-Box istatistiğini göstermektedir, parantez içindeki değer olasılığı göstermektedir.

Endeks serilerinin günlük getiri grafiklerini içeren Şekil 1, serilerin oynaklık davranışları ile ilgili bazı ipuçlarını vermektedir. Grafik analizlerinden tüm getiri serileri için oynaklık kümelenmesi olgusunun geçerli olduğu söylenebilir. Yüksek basıklık değerleri de bu gözlemi tamamlar nitelikte olup serilerin zamana bağlı varyans özelliği taşıması olasılığını gündeme getirmektedir. Ayrıca oynaklığın tüm seriler için benzer zamanlarda artış ve azalış göstermesi, bu çalışmanın odak noktası olan sektörler arası bir oynaklık etkileşimi olup olmadığı sorusunun anlamlılığını desteklemektedir. Bu

görsel analizden sonra, sektör endekslerinin oynaklık davranışını modellemek ve sektörler arası oynaklık etkileşimini daha detaylı incelemek üzere yukarıda açıklanan yöntem çerçevesinde elde edilen bulgular 3. bölümde tartışılmıştır.

**Şekil 1: İMKB Ulusal Sanayi, Ulusal Mali, Ulusal Hizmet ve Ulusal Teknoloji Endekslerinin Günlük Getirileri**



### 3. Ampirik Bulgular

Çalışmada dört sektör endeksi incelemeye alınmış ve bu sektör endekslerinden dört farklı kombinasyon oluşturularak, dört adet üç değişkenli GARCH modeli tahmin edilmiştir. Tüm sektör endekslerinin bir arada incelenmesi yerine farklı kombinasyonlarda şok ve oynaklık etkileşiminin incelenmesinin nedeni, sektörler arası oynaklık etkileşiminin gruplandırmaya göre bir farklılık gösterip göstermeyeceğinin de anlaşılabilir olmasındır.<sup>3</sup> BEKK parametrizasyonu kullanılarak tahmin edilen çok değişkenli GARCH modellerinin sonuçları Tablo 2., 3., 4. ve 5.'de verilmiştir. Sırası ile mali, hizmet ve teknoloji sektörleri birinci grupta (Tablo 2), sanayi, hizmet ve teknoloji sektörleri ikinci grupta (Tablo 3), sanayi, mali ve hizmet sektörleri üçüncü grupta (Tablo 4) ve sanayi, mali ve teknoloji sektörleri dördüncü grupta (Tablo 5) incelenmiştir. Tablolarda kullanılan sembolizasyonu açıklamak gerekirse;  $h_{11,t}$ , birinci sektörün " $t$ " zamanındaki koşullu varyansını,  $h_{12,t}$ , birinci ve ikinci sektörler arasında " $t$ "

<sup>2</sup> Diğer yandan, BEKK modelinin tahmininde karşılaşılan bir güçlük tahmin edilen parametre sayısının yüksekliğidir. (Dörtlü bir sistemde 84 parametre tahmini gerekmektedir.) Bu nedenle literatürde de genelde üç değişkene kadar olan sistemlerde çalışılmaktadır. Bkz. Bauwens, Laurent and Rombouts (2006).

zamanındaki koşullu kovaryansı, hata terimi  $\varepsilon$  ise her bir modelde “ $t$ ” zamanında gerçekleşen beklenmeyen şokların farklı sektörler için etkisini göstermektedir.  $\varepsilon_{1,t}$ ,  $\varepsilon_{2,t}$  gibi çapraz hata terimleri ise “ $t$ ” zamanında birinci ve ikinci sektörlerdeki beklenmeyen şokları yansıtmaktadır.

Tablolardaki sonuçlar, tüm modeller için %5’lik güven aralıkları kullanılarak yorumlanmıştır. Tablo 2’de mali, hizmet ve teknoloji endeksleri için oynaklık ve şok etkileşimi tahminleri gösterilmiştir. Sonuçlar mali sektörün heteroskedastik varyans özelliği gösterdiği ve bir önceki dönemde sektörde yaşanan şoklardan etkilendiğini ortaya koymaktadır. Mali sektördeki oynaklığın, sadece hizmet sektöründe yaşanan şoklara dolaylı tepki vermesi, hizmet ve teknoloji sektörleriyle arasında bir varyans etkileşimi olmaması dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Hizmet sektörü incelendiğinde, hem hizmet sektöründe hem de teknoloji sektöründe yaşanan şokların bugünkü varyansı etkilediği görülmektedir. Hizmet sektörü de heteroskedastik varyans özelliği göstermektedir. Ayrıca mali sektör ve teknoloji sektörü dolaylı olarak hizmet sektörü varyansını etkilemektedirler. Teknoloji sektörünün varyansının ise mali sektörde gözlemlendiği gibi sadece kendi içinde oluşan şoklardan ve kendi bir önceki varyansından etkilendiği görülmektedir. Sonuçlar hizmet sektöründe oluşan şokların da oynaklığı dolaylı etkilediğini göstermektedir.

**Tablo 2: Mali, Hizmet ve Teknoloji Sektörleri İçin Üç Değişkenli GARCH Modeli**

Bağımsız Değişken	$h_{11,t+1}$	$h_{22,t+1}$	$h_{33,t+1}$
$\varepsilon_{1,t}^2$	0.0519*** (2.7725)	0.0093 (1.3932)	0.0000 (0.0323)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t}$	-0.0439*** (-4.1748)	-0.0641** (-2.3099)	-0.0005 (-0.0637)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t}$	0.0416 (1.386)	-0.0174* (-1.8582)	-0.0011 (-0.0644)
$\varepsilon_{2,t}^2$	0.0010 (0.3799)	0.1072*** (5.0260)	0.0125 (1.5524)
$\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t}$	0.0058 (0.7603)	0.0591*** (3.6404)	0.0546*** (2.9765)
$\varepsilon_{3,t}^2$	0.0083 (1.5679)	0.0081** (1.9241)	0.0596*** (4.4116)
$h_{11,t}$	0.8514*** (18.5218)	0.0005 (0.5616)	0.0003 (0.4260)
$h_{12,t}$	0.0410 (1.0961)	0.0409 (1.1484)	0.0014 (1.4930)
$h_{13,t}$	-0.0074 (-0.4648)	-1.66e-04 (-0.4009)	-0.0362 (-0.854)
$h_{22,t}$	0.0001 (0.2248)	0.8448*** (23.31)	0.0015 (0.8609)
$h_{23,t}$	-8.66e-05 (-0.3213)	-0.0064 (-0.4876)	-0.0764* (17.04)
$h_{33,t}$	1.617e-05 (0.2331)	1.23e-05 (0.2436)	0.9613*** (66.954)

*AIC: -21.45; SIC: -21.38; LogL: 24,689*

Not:  $h_{11}$  mali sektör getiri serisinin koşullu varyansını,  $h_{22}$  hizmet sektörü getiri serisinin koşullu varyansını ve  $h_{33}$  teknoloji sektörü getiri serisinin koşullu varyansını göstermektedir. İlgili t-istatistikleri tahmin edilen katsayıların yanında parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.



Tablo 3’de ikinci grubu oluşturan Sanayi, hizmet ve teknoloji endeksleri sonuçları raporlanmıştır. Sanayi ve hizmet sektörleri oynaklıkları; hem kendi sektörlerindeki, hem de teknoloji sektöründeki şoklardan ve bir önceki koşullu varyanslardan direkt olarak etkilenmişlerdir. Sonuçlar, teknoloji sektörünün ise, sadece kendi şoklarından doğrudan etkilendiğini göstermektedir. Diğer yandan, heteroskedastik varyans özelliği gösteren teknoloji sektörünün, hizmet sektörü ile doğrudan bir varyans etkileşimi içinde olduğu, sanayi sektöründeki oynaklığın ise bu sektörü dolaylı olarak etkilediği görülmektedir.

**Tablo 3:** Sanayi, Hizmet ve Teknoloji Sektörleri İçin Üç Değişkenli GARCH Modeli

Bağımsız Değişken	$h_{11,t+1}$	$h_{22,t+1}$	$h_{33,t+1}$
$\varepsilon_{1,t}^2$	0.0607*** (4.24)	0.0000 (0.0341)	0.0044 (0.7754)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t}$	-0.0011 (-0.0685)	-0.0008 (-0.0674)	-0.0056 (-0.6742)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t}$	0.0447*** (4.2327)	-0.0006 (-0.0678)	0.0388* (1.6212)
$\varepsilon_{2,t}^2$	0.00 (0.0324)	0.0258*** (2.7193)	0.0018 (0.5433)
$\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t}$	-0.0004 (-0.0647)	0.0402*** (3.8737)	-0.0250 (-1.0754)
$\varepsilon_{3,t}^2$	0.0082** (2.0599)	0.0156*** (2.9603)	0.0851*** (5.2484)
$h_{11,t}$	0.8544*** (24.5305)	0.00 (0.1997)	0.0042 (1.2769)
$h_{12,t}$	-0.0116 (-0.4018)	-0.0126 (-0.3983)	-0.0112* (-1.7319)
$h_{13,t}$	-0.0878*** (-4.6159)	0.0008 (0.4123)	-0.1192*** (-2.5244)
$h_{22,t}$	0.0027* (1.8531)	1.0342*** (54.7855)	0.0074** (2.3409)
$h_{23,t}$	-0.0050*** (-2.8303)	-0.1290*** (-6.1939)	0.1590*** (4.6972)
$h_{33,t}$	0.0023** (2.3892)	0.0040*** (3.1014)	0.8501*** (40.52)

*AIC: -22.13; SIC: -22.06; LogL: 25,464*

Not:  $h_{11}$  sanayi sektörü getiri serisinin koşullu varyansını,  $h_{22}$  hizmet sektörü getiri serisinin koşullu varyansını ve  $h_{33}$  teknoloji sektörü getiri serisinin koşullu varyansını göstermektedir. İlgili t-istatistikleri tahmin edilen katsayıların yanında parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 4’de üçüncü grubun; sanayi, mali ve hizmet sektörlerinin tahminleri incelenmiştir. Sanayi sektörü oynaklığı üzerinde, sadece kendi şoklarının ve kendi bir dönem önceki koşullu varyansının direkt olarak, gruptaki diğer sektörlerin koşullu varyansının ise dolaylı olarak etkisi olduğu gözlenmiştir. Mali sektörün varyansı, sadece hizmet sektöründeki şoklardan dolaylı olarak etkilenmekteyken, kendisi de dâhil gruptaki tüm sektörlerin bir önceki dönem koşullu varyanslarından direkt ve dolaylı olarak etkilenmektedir. Hizmet sektörü incelendiğinde, bu sektörün varyansı üzerinde sistemdeki tüm değişkenlerin direkt ve dolaylı etkileri olduğu görülmektedir.

**Tablo 4:** Sanayi, Mali ve Hizmet Sektörleri İçin Üç Değişkenli GARCH Modeli

Bağımsız Değişken	$h_{11,t+1}$	$h_{22,t+1}$	$h_{33,t+1}$
$\varepsilon_{1,t}^2$	0.0663*** (3.083)	0.0287 (1.2401)	0.0467** (2.3361)
$\varepsilon_{1,t} \varepsilon_{2,t}$	0.0872* (1.8654)	-0.0127 (-0.5862)	-0.0961*** (-2.8836)
$\varepsilon_{1,t} \varepsilon_{3,t}$	-0.0161 (-0.8665)	0.0354** (2.0649)	1.1461*** (4.4360)
$\varepsilon_{2,t}^2$	0.0087 (1.3307)	0.0014 (0.3482)	0.0495*** (3.1243)
$\varepsilon_{2,t} \varepsilon_{3,t}$	-0.0058 (-0.7565)	-0.0078 (-0.5925)	-0.1179*** (-4.2017)
$\varepsilon_{3,t}^2$	0.0010 (0.4546)	0.0109 (0.9922)	0.0703*** (4.1636)
$h_{11,t}$	0.6715*** (5.7256)	0.6275*** (4.8669)	0.1135*** (3.7764)
$h_{12,t}$	1.2983*** (6.7274)	0.8307*** (16.3766)	-0.1121*** (-2.6863)
$h_{13,t}$	0.1152*** (3.2149)	-0.3788*** (-9.6991)	0.5668*** (7.4998)
$h_{22,t}$	0.0015 (0.4104)	0.2749*** (3.1961)	0.0276** (1.9877)
$h_{23,t}$	0.0054 (0.7101)	-0.2508*** (-4.0975)	-0.2797*** (-3.7772)
$h_{33,t}$	0.0049 (1.3686)	0.0572*** (4.5814)	0.7075*** (17.0372)

AIC: -22.5; SIC: -22.52; LogL: 25,997

Not:  $h_{11}$  sanayi sektörü getiri serisinin koşullu varyansını,  $h_{22}$  hizmet sektörü getiri serisinin koşullu varyansını ve  $h_{33}$  teknoloji sektörü getiri serisinin koşullu varyansını göstermektedir. İlgili t-istatistikleri tahmin edilen katsayıların yanında parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 5, sanayi, mali ve teknoloji sektörlerinin incelendiği dördüncü sistemin tahminlerini göstermektedir. Sanayi sektörü varyansı sadece kendi şoklarından etkilenmektedir. Kendi bir önceki dönem varyansı direkt olarak, mali sektörün önceki dönem varyansı ise dolaylı olarak sanayi sektörü oynaklığını etkilemektedir. Mali sektör oynaklığı, kendi şoklarından doğrudan, sanayi sektörünün şoklarından ise dolaylı olarak etkilenmektedir. Kendi bir önceki dönem varyansının doğrudan, sanayi sektörünün bir önceki dönem varyansının hem doğrudan ve hem de dolaylı olarak mali sektörü etkilediği gözlenmektedir. Teknoloji sektörü incelendiğinde kendi içinde oluşan şokların doğrudan ve sanayi sektöründe oluşan şokların doğrudan ve dolaylı etkileri görülmektedir. Bir önceki dönem varyanslarının teknoloji sektörü üzerindeki etkileri incelendiğinde, kendi sektörünün doğrudan etkisi ve sanayi sektörünün dolaylı etkisi gözlenmiştir.

**Tablo 5:** Sanayi, Mali ve Teknoloji Sektörleri İçin Üç Değişkenli GARCH Modeli

Bağımsız Değişken	$h_{11,t+1}$	$h_{22,t+1}$	$h_{33,t+1}$
$\varepsilon_{1,t}^2$	0.1764*** ( 4.5833)	0.0094 (0.7822)	0.0377** (2.0619)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t}$	0.0816 ( 1.3771)	0.0388** (2.1562)	-0.0093 (-0.6240)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t}$	0.0250 ( 1.2128)	0.0058 (0.9674)	0.0808*** (4.0922)
$\varepsilon_{2,t}^2$	0.0021 ( 0.63701)	0.0398** (2.1356)	0.0006 (0.3542)
$\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t}$	-0.0027 ( -0.7738)	0.0120 (0.9635)	-0.0099 (-0.6903)
$\varepsilon_{3,t}^2$	0.0018 ( 0.5957)	0.0009 (0.4808)	0.0433*** (3.6025)
$h_{11,t}$	0.5334*** ( 5.9965)	0.0428*** (14.7689)	0.0019 (0.9430)
$h_{12,t}$	0.3021*** ( 8.5405)	0.3205*** (36.2406)	0.0019*** (6.2966)
$h_{13,t}$	0.0122 ( 0.7682)	-0.0018 (-0.5252)	-0.0848* (-1.8717)
$h_{22,t}$	0.0188* ( 1.6282)	0.6005*** (68.4004)	0.0005 (0.8133)
$h_{23,t}$	0.0023 ( 0.6687)	-0.0067 (-0.5248)	-0.0427* (-1.6354)
$h_{33,t}$	0.0001 ( 0.3723)	1.863e-05 (0.2625)	0.9676*** (56.4903)

AIC: -22.19; SIC: -22.13; LogL: 25,545

Not:  $h_{11}$  sanayi sektörü getiri serisinin koşullu varyansını,  $h_{22}$  hizmet sektörü getiri serisinin koşullu varyansını ve  $h_{33}$  teknoloji sektörü getiri serisinin koşullu varyansını göstermektedir. İlgili t-istatistikleri tahmin edilen katsayıların yanında parantez içinde verilmiştir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Sanayi, mali, hizmet ve teknoloji sektörleri endekslerinden faydalanılarak oluşturulan üçlü sistemlerin analizleri sonucunda elde edilen bulguları özetlenirse; ilk dikkat çekici sonucun sanayi ile mali sektörleri ve hizmet ile teknoloji sektörleri arasındaki kuvvetli şok ve oynaklık etkileşimi olduğunu söylenebilir. Bu ilişkinin sektörlerin farklı gruplandırılmasından bağımsız olarak ortaya çıkması, sanayi-mali ve hizmet-teknoloji sektörleri arası etkileşim mekanizmasının ne derece kuvvetli olduğunun bir göstergesi olarak algılanabilir. Piyasa katılımcıları için bir başka önemli sonuç, hiçbir kombinasyonda mali ve teknoloji sektörleri arasında bir şok ya da oynaklık etkileşimi tespit edilmemiş olmasıdır. Bu iki sektör arasındaki bağımsızlığın yine sektör gruplandırılması ile ilişkisiz olması dikkat çekicidir. Sonuçlar, sanayi ile teknoloji sektörleri arasında da bir etkileşim mekanizması olduğunu göstermektedir. Ancak sanayi-mali-teknoloji gruplandırmasında, teknoloji sektörünün sanayi sektörü üzerindeki etkisi kaybolmaktadır ki bu sonucun sanayi-mali sektörleri arasındaki kuvvetli etkileşim mekanizmasının baskınlığından kaynaklandığı düşünülebilir. Benzer olarak, mali ile hizmet sektörleri arasında da bir şok ve oynaklık etkileşimi tespit edilmişken, hizmet sektörünün mali sektör üzerindeki etkisi mali-hizmet-teknoloji gruplandırmasında kaybolmaktadır. Bu gruplandırmada ise hizmet ile teknoloji sektörleri arasındaki kuvvetli etkileşim mekanizması ön plana çıkmaktadır.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) sektör endeksleri arasındaki şok ve oynaklık etkileşimi incelenmiştir. Çalışmaya konu olan sektörler, Ulusal Sanayi, Ulusal Mali, Ulusal Hizmet ve Ulusal Teknoloji sektörleridir. Sonuçlar sektörler arasında önemli derecede bir şok ve oynaklık etkileşimi olduğunu göstermiştir. Özellikle sanayi ile mali ve ayrıca hizmet ile teknoloji sektörleri arasında kuvvetli bir şok ve oynaklık etkileşimi olduğu tespit edilmiştir. Bu etkileşimlerin oluşturulan farklı portföy gruplandırmalarından bağımsız olarak gelişmesi, bize bu etkileşimin kuvveti hakkında da bilgi vermektedir. Sonuçlar, yatırımcıların yatırım kararlarını alırken ve portföylerini yönetirken tüm sektörleri dikkatle incelemeleri gerekliliğini; herhangi bir sektörde yaşanan şok ya da dalgalanmanın zamanla diğer sektörleri de etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Oynaklığın bir sektörden diğerine kolaylıkla sıçrayabilmesi politika yapıcılar ve düzenleyici otoriteler için de önemli bir uygulama alanı oluşturmakta olup sıçramanın olası olumsuz etkilerini azaltacak uygun politikaların geliştirilmesi önem teşkil etmektedir.

Özetle, İMKB sektör endeksleri üzerine yapılan bu çalışma ile portföy oluşturulması ve portföy riskinin yönetilmesi kapsamında faydalı bulgular elde edilmiştir. Bazı sektörler arası etkileşimlerin sektör gruplandırmalarına duyarlılık göstermesi, bu konuda yapılabilecek bir çalışma için de zemin oluşturmaktadır. Ayrıca, söz konusu sektörler için, mikro düzeyde, alt sektör endekslerini içeren bir çalışmanın portföy riski yönetimi açısından önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

## Kaynakça

1. Bae, K.-H., G. A. Karolyi, ve R. M. Stulz. (2003). A new approach to measuring financial contagion. *The Review of Financial Studies*, 16: 717–763.
2. Bauwens, L., Laurent, S., ve Rombouts, J.V.K.. (2006). Multivariate GARCH Models: A Survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21: 79-109.
3. Bollerslev, T.. (1990). Modeling the coherence in short run nominal exchange rates: A multivariate generalized ARCH approach. *Review of Economics and Statistics*, 72: 498–505.
4. Bollerslev, T.. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31: 307–327.
5. Bollerslev, T., R. F. Engle, ve J. M. Wooldridge (1988). A capital asset pricing model with time-varying covariances. *The Journal of Political Economy*, 96: 116–131.
6. Duran, A. ve Şahin, A.. (2006). İMKB Hizmetler, Mali, Sınai ve Teknoloji Endeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1: 57-70.
7. Engle, R.. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of the U.K. inflation. *Econometrica*, 5: 987–1008.
8. Engle, R. ve K. Kroner.. (1995). Multivariate simultaneous generalized ARCH. *Econometric Reviews*, 11: 122–150.
9. Engle, R. ve Susmel, R.. (1993). Common volatility in international equity markets. *Journal of Business and Economic Statistics*, 11: 167–176.
10. Ewing, B. T.. (2002). The transmission of shocks among S&P indexes. *Applied Financial Economics*, 12: 285–290.
11. Ewing, B. T. ve Malik, F.. (2005). Re-examining the asymmetric predictability of conditional variances: The role of sudden changes in variance. *Journal of Banking and Finance*, 29: 2655–2673.
12. Ewing, B. T., Forbes, S. M. ve Payne, J. E.. (2003). The effects of macroeconomic shocks on sector-specific returns. *Applied Economics*, 35: 201–207.
13. Hamao, Y., Masulis, R.W. ve Ng, V.. (1990). Correlations in price changes and volatility across international stock markets. *Review of Financial Studies*, 3: 281–307.
14. Hansson, B., ve P. Hördahl. (1998). Testing the conditional CAPM using multivariate GARCH–M. *Applied Financial Economics*, 8: 377–388.
15. Hassan, S. A. ve Malik, F.. (2007). Multivariate GARCH modeling of Sector Volatility Transmission. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 47: 470–480.
16. Karolyi, A.. (1995). A multivariate GARCH model of international transmission of stock returns and volatility. *Journal of Business and Economic Statistics*, 13: 11–25.
17. Kearney, C. ve Patton, A. J.. (2000). Multivariate GARCH modeling of exchange rate volatility transmission in the European monetary system. *Financial Review*, 41: 29–48.

18. King, M. A. ve Wadhvani, S.. (1990). Transmission of volatility between stock markets. *Review of Financial Studies*, 3: 5–33.
19. Lin,W., Engle, R. F. ve Ito, T.. (1994). Do bulls and bears move across borders? International transmission of stock returns and volatility. *Review of Financial Studies*, 7: 507–538.
20. Longin, F. ve Solnik, B.. (1995). Is correlations in international equity returns constant: 1960–1990?. *Journal of International Money and Finance*, 14: 3–26.
21. Ng, L.. (1991). Tests of the CAPM with time-varying covariances: a multivariate GARCH approach, *The Journal of Finance*, 46: 1507–1521.
22. Papke, L. E. ve Wooldridge, J. M.. (2005). A computational trick for delta-method Standard errors. *Economics Letters*, 86: 413–417.
23. Tanizaki, H. ve Hamori, S.. (2008). Volatility Transmission between Japan, U.K. and U.S. in Daily Stock Returns. *Empirical Economics*, DOI: 10.1007/s00181-007-0182
24. Tse, Y. K., ve K. C. Tsui.. (1999). A note on diagnosing multivariate conditional heteroscedasticity models. *Journal of Time Series Analysis*, 20: 679–691.
25. Vardar, G., Aksoy, G., ve Can, E.. (2008), Effects of Interest and Exchange Rate on Volatility and Return of Sector Price Indices at Istanbul Stock Exchange. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 11: 126-135.