

## Uluslararası Portföy Yönetiminde Rejim Geçişken Karar Destek Modelleri: Gelişmekte Olan Menkul Kıymet Piyasaları Üzerine Bir Uygulama

**Kadir TUNA**

İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İstanbul.  
Email: ktuna@istanbul.edu.tr

**Mehmet TURK**

Hazine Bölümü, Türkiye İş Bankası A.Ş., Ankara.  
Email: mehmet.turk@isbank.com.tr

**Alper OZUN**

Bradford University, School of Management, İngiltere.  
Email: A.ozun@Bradford.ac.uk

**ÖZET:** Bu makale, portföy yatırımlarında bir karar destek sistemi olarak rejim geçişken modellerin ne şekilde kullanılabileceğini geliştirmekte olan hisse senedi piyasalarına ait zaman serilerini ve Gauss yazılım programını kullanarak incelemektedir. Yönetim bilişim sistemlerinde, model riskinin minimize edilmesi, karar destek sisteminin uygulanacağı problemin net olarak tanımlanması ve bu problemin çözümünde kullanılacak modelin doğru seçilmesi ile mümkündür. Ekonometrik testlerin sonuçları, Ukrayna hariç, geliştirmekte olan ekonomilerde hisse senetleri piyasalarında 09/01/2004-13/09/2007 tarihleri arasında, ABD hisse senedi piyasaları ile karşılaştırıldığında kalıcı bir volatilitenin gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, Türkiye, Rusya, Ukrayna, Brezilya, Lübnan, ABD (Dow Jones Industrial Average) ve MSCI (Morgan Stanley Composite Index) hisse senedi piyasalarında rejim geçişkenliği ekonometrik olarak karşılaştırmalı incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Rejim Geçişken Karar Destek Sistemleri; Markov Zincirleri; Gelişmekte Olan Piyasalar

**JEL Kodu:** C87; D81; G15; G17

---

### Regime Switching Business Decision Making Models in International Portfolio Management: An Application on Emerging Equity Markets

**ABSTRACT:** This article focuses on the use of regime switching models as business decision support systems for portfolio investment in emerging stock markets employing Gauss software package. In order to minimize the modelling risk associated with management information systems, the problem upon which the mentioned decision support system is implemented should be clearly defined and the relevant model should be correctly chosen. Using Gauss software program, applied econometric tests results show that, excluding Ukraine, emerging economies equity markets accommodate persistently higher volatility when compared to US equity markets between 09/01/2004 and 13/09/2007. In this scope, stock market regime shifts analysed econometrically comparative in Turkey, Russia, Ukraine, Brazil, Lebanon, U.S.A. (Dow Jones Industrial Average) and MSCI (Morgan Stanley Composite Index).

**Keywords:** Regime Switching Decision Making Models; Markov Chains; Emerging Markets

**JEL Code:** C87; D81; G15; G17

---

## **1. Giriş**

Portföy yatırımlarına ilişkin olarak verilecek kararlar, modern portföy teorisi temel alınarak büyük ölçüde sayısal temeller üzerine dayandırılmaktadır. Diğer taraftan, gittikçe karmaşık ve birbirine bağımlı hale gelen finansal piyasalar ve gelişen karar destek sistemleri, farklı varsayımlar ve parametreler kullanılarak portföy analizleri yapılmasını teşvik etmektedir.

Piyasalardaki belirsizliklerin artması varlık fiyatlarının getirilerinde volatilité açısından farklılaşmalar yaratmaktadır. Finansal piyasalarda, “durağan” ve “oynak” olmak üzere iki farklı volatilité gözlemlenmektedir. Durağan piyasalarda, varlık getirilerindeki değişim göreceli olarak öngörülebilir ve belirli sınırlar içinde gerçekleşmektedir. Oynak piyasalarda ise fiyatlardaki değişim ani ve yüksek seviyelerde volatilité sergilemekte, bu piyasalarda varlık fiyatlarındaki değişimin tahmin imkanı zayıflamaktadır. Bu nedenle, piyasalardaki volatilitenin durağan veya oynak olduğunun tespiti, riskin ve olası portföy kayıplarının kontrolünün sağlanması için önem taşımaktadır.

MSH(2)-AR modelinde, zaman serilerinde geriye dönük heteroskedastisite dikkate alınmakta, oynaklığın geçmiş fiyat hareketlerine bağımlılığı bu süreç çerçevesinde analiz edilmektedir. Modelin tanımındaki “2”, oluşturulan algoritmada “durağan” ve “oynak” olmak üzere iki farklı rejimin inceleme konusu yapıldığına işaret etmektedir. Modelde, oynaklığın şiddeti ikiden daha büyük farklı eşiklerde de incelenebilmektedir. Bununla birlikte, literatürdeki uygulamalar, dörtten fazla sayıda tanımlanacak rejimle model oluşturulmasının istatistiksel olarak etkin sonuçlar üretmediğini göstermektedir.

Bu makalede, Markov rejim değişken modellerinden biri olan MSH(2)-AR modeli kullanılarak hisse senedi piyasalarındaki volatilité rejim değişkenliği tahmin edilmiştir. MSH(2)-AR modelinin performansı analiz edilirken, farklı ülkelerdeki hisse senedi piyasalarına ait zaman serileri kullanılmıştır. Zaman serilerinin gelişmekte olan ülkelerin hisse senetleri piyasalarından seçilmesine ve gelişmiş örnek bir ülkenin karşılaştırma amacıyla kullanılmasına önem verilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerdeki uluslararası para hareketlerindeki belirsizlik, politik istikrarsızlık, mevzuat ve vergisel değişiklikler gibi nedenlerden dolayı hisse senedi fiyatlarının getirisindeki volatilité yüksek seyredebilmektedir. Bu kapsamda, Türkiye, Rusya, Ukrayna, Brezilya, Lübnan, ABD (Dow Jones Industrial Average) ve MSCI (Morgan Stanley Composite Index) hisse senedi piyasalarında rejim geçişkenliği ekonometrik olarak karşılaştırmalı incelenmiştir. Ülke seçimleri yapılırken, ekonomik gelişim süreci itibarıyla özellikle rejim geçişkenliği yaşayabilecek gelişmekte olan ülkeler önceliklendirilmiştir. Bu çerçevede, 2004-2007 yılları arasında ekonomik ve finansal olarak gelişme sürecine giren ülkelerin menkul kıymet borsalarına ait zaman serileri analiz konusu yapılmıştır. Bununla birlikte, aynı dönemde gelişmiş ülkelerdeki ve genel dünya borsalarındaki rejim değişkenliğinin de karşılaştırma amaçlı gösterilmesi açısından sırasıyla ABD (Dow Jones Industrial Average) ve MSCI (Morgan Stanley Composite Index) e ait zaman serileri de incelenmiştir.

Makalenin, finans literatürüne katkısı büyük ölçüde ampirik finans alanında yoğunlaşmaktadır. Makalenin ampirik sonuçları, küresel sermaye ve hızlı bilgi akışının yoğun olduğu son dönemde, gerek coğrafi gerekse yapısal olarak farklı ekonomilerdeki hisse senedi piyasalarında oynaklık davranışlarının ortaya konulması açısından önem taşımaktadır. Makalede, metodolojik olarak rejim geçişken bir modelin uluslararası portföy yatırımlarında karar destek sistemi olarak ne şekilde kullanılacağı aktarılmaktadır. Bu çerçevede, makale, finansal piyasalara ilişkin ampirik bulgular sunmasının yanı sıra, yönetim bilişim sistemlerinde ekonometrik modellerin karar alma mekanizmalarında kullanımına ilişkin olarak da uygulamalı bir örnek oluşturmaktadır.

Makalenin ampirik testleri, 2004-2007 yılı dönemlerinde gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasalarındaki rejim değişkenliğini incelemekte ve bu anlamda spesifik bir döneme ilişkin ampirik sonuçlar ve yorumlar içermektedir. Buna karşın, makalede uygulanan şekilde fakat farklı piyasalara ve dönemlere ilişkin veriler kullanılarak benzer ampirik sonuçların üretilmesi ve sonuçların yorumlanması mümkündür. Bu çerçevede, çalışma makalenin sonuç bölümünde daha detaylı olarak aktarılacağı üzere makaledeki çalışmalardan, örneğin kriz dönemindeki gelişmiş ülkelere ait hisse senedi piyasalarındaki rejim değişkenliğinin analiz edilmesi amacıyla faydalanılabileceği düşünülmektedir.

İlave olarak, makalede Türkiye, Lübnan ve Ukrayna gibi ampirik çalışmalarda genel olarak tercih edilmeyen ülke piyasalarının seçilmiş olması nedeniyle, makale ampirik bölümü itibarıyla, bu borsalardaki rejim geçişkenliğini analiz eden az sayıdaki çalışmalardan olma özelliği taşımaktadır. Çalışmanın bir sonraki bölümünde konuya ilişkin literatür taramasına yer verilecek, üçüncü bölümde

çalışmada kullanılan zaman serilerine ait tanımlayıcı istatistikler incelenecektir. Dördüncü bölümde, MSH(2)-AR modeli, özellikle zaman serilerinin rejim geçişkenliğinde kullanımı açısından tanıtılacaktır. Beşinci bölümde, ampirik bulgular portföy riskinin yönetimi ve metodolojik olarak tartışılacaktır. Makale, gelecekte yapılabilecek araştırmalara ilişkin görüşlerin yer aldığı son bölüm ile tamamlanacaktır.

## **2. Literatür Taraması**

Finansal varlık fiyatlarındaki değişimin zaman değişken volatilité kullanılarak öngörülmesine yönelik ilk çalışmalar ARCH modelleri aracılığıyla yapılmıştır. Varlık fiyatlarındaki değişimlerin istatistiksel dağılımlarına ait varsayımlar kullanılarak ARCH modelleri geliştirilmiştir. ARCH modellerinde temel başlangıç noktası, finansal varlık fiyatlarına ait varyansın zamana göre değiştiğidir. ARCH modelini başlangıç olarak oluşturulan modellere, üstsel GARCH (EGARCH, Nelson (1991)), asimetrik güçlü ARCH (APARCH, Ding, Granger ve Engle (1993)), entegre GARCH (IGARCH, Engle ve Bollerslev (1986)), fraktal bütünleşik GARCH (FIGARCH, Chung (1999)), fraktal bütünleşik asimetrik güçlü ARCH (FIAPARCH, Tse, (1998)), hiperbolik GARCH (HYGRACH, Davidson (2001)) ve normal karışık GARCH (Alexander ve Lazar (2005, 2006) örnek olarak verilebilir.

Varlık fiyatlarında gözlemlenen volatilitenin durağan veya değişken bir seyir izleyip izlemediği ise geçişken regresyon modellerinin inceleme konusunu oluşturmaktadır. Geçişken regresyon modellerine ilişkin ilk çalışmalar Quandt (1958), Goldfeld ve Quandt (1973), Barber, Robertson ve Scott (1977) ve Lindgren (1978) tarafından tek değişkenli modeller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın metodolojisinin temelini oluşturan ikili rejim değişken modelin ilk versiyonu ise Ball ve Torous (1983)'un geçişken modelini kullanarak Hamilton (1989) tarafından geliştirilmiştir.

İkili rejim değişken modelin ampirik testine ilişkin ilk çalışmalardan biri, Engel ve Hamilton (1990) tarafından üç farklı döviz kuru verisi kullanarak yapılmıştır. Çalışmada, modelin gerek örneklem içinde gerekse örneklem dışında başarılı öngöründe bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Engel (1994) tarafından onsekiz farklı döviz kuruna ait zaman serileri kullanarak yapılan başka bir çalışma modelin öngörü performansını teyit etmektedir. İkili rejim değişken modelinin uygulamaları, Kaminsky (1993), Evans ve Lewis (1995), Dewachter (1997) ve Bollen vd. (2000) tarafından da döviz kurlarına ilişkin tahminlerde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Hansen (1992, 1996), Goodwin (1993), Ghysels (1994), ve Coe (2002) rejim değişken modelleri, ABD'de resesyon ve büyüme döngülerinin öngörüsü; Garcia ve Perron (1996) ve Ang ve Bekaert (1998) ise faiz riski modellemesi için kullanmışlardır.

Yukarıda yer verilen ve modelin öngörü performansını teyit eden çalışmalara karşın, Marsh (2000) rejim değişken modelin döviz kurlarındaki öngörüsünün istikrarlı olmadığını ileri sürmüştür. Benzer şekilde, Dacco ve Satchell (1999) rejim değişken modelinin öngörü performansının rejimlerin yanlış sınıflandırılmasına bağlı olarak başarısız olabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Son dönemlerde, rejim değişken modellerin, farklı varsayımlar altında geliştirildiği görülmektedir. Taylor (2005) tarafından geliştirilen gizli Markov modeli, volatilitéyi gözlemlenemez bir değişken olarak geçişkenlik modeline dahil etmektedir. Gizli Markov modeli, literatürde hisse senedi, faiz oranları ve döviz kurları rejimlerinde geçişkenliğin öngörüsü için Alexander ve Dimitriu, 2005; Cheung ve Erlandsson, 2005; Francis ve Owyang, 2005; Clarida vd., 2006) tarafından başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Güncel literatürde, rejim değişken modellerin, farklı ülkelerin hisse senedi piyasalarına ait getirilerin öngörüsü için yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Hess (2003) İsviçre hisse senedi piyasalarında aylık getirilere ait zaman serilerini kullanarak yaptığı analizde, piyasa hareketleri hafıza etkisini de içerecek şekilde zaman değişken birinci ve ikinci momentlerini optimal olarak öngörmüştür. Selçuk (2006) gelişmekte olan borsa endeksine ait zaman serileri ve asimetrik stokastik oynaklık kullanarak yaptığı analizde, beklenen getiri ile oynaklık arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Constantinou vd. (2006) ikili Markov değişken modelini, yapay sinir ağları ile birleştirerek Kıbrıs hisse senedi piyasalarında getiri tahmininde bulunmuştur. Alvarez-Plata ve Schrooten (2006) 2002 yılındaki Arjantin krizini Markov değişken modelle incelemiş ve krizin yalnızca makroekonomik verilerle açıklanamayacağını, stokastik değişkenler tarafından yansıtılan yatırımcı beklentilerinin de krizde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yalçın (2007) ise İMKB için GARCH-M ve stokastik oynaklık modelini karşılaştırdığı analizde; GARCH-M modelinde getiri ile oynaklık arasında pozitif fakat istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki tespit etmiş, stokastik oynaklık modeli ile yaptığı testte ise değişkenler arasında negatif yönde zayıf fakat istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlemiştir. Modellerin farklı sonuçlar vermesinde, stokastik oynaklık modelinin aynı zamanda oynaklık geri beslemesini de ölçmesi yatmaktadır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde, makalede kullanılan MSH-AR rejim değişken modelinin metodolojik özellikleri aktarılacaktır.

### **3. Metodoloji**

Volatilité modellerinin finansal yazında karar alma süreçlerinde kullanıldığı çalışmalar iki ana grupta toplanabilir. Birinci gruptaki çalışmalarda, literatür taraması bölümünde açıklandığı üzere ARCH-GARCH model ailesi kullanılarak bir olayın öncesi ve sonrası ayrı ayrı analiz edilmekte ve her iki dönemdeki volatiliteler karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmalarda "olay" geniş bir yelpazede yer alan ve finansal liberalizasyonun başlangıcı (Bekaert ve Harvey, 1997; De Santis ve İmrohoroğlu, 1997), eş kotasyonun başlangıcı (Akarım, 2013; Umutlu ve diğerleri, 2010), Euro bölgesine geçiş (Aloui, 2007), futures piyasalarının başlangıcı (McKenzie, 2001; Mugaloğlu, 2012) veya kriz başlangıcı (Shin, 2005) gibi olayları içerebilmektedir. İkinci grupta ise volatilité değişikliğinin zamanının da model tarafından tespit edildiği Markov rejim geçişken modeller kullanılarak hem farklı rejimlerdeki volatilitenin seviyesi hem de rejim değişikliklerinin olasılığı ve zamanı tahmin edilebilmektedir. Bu çalışma ikinci grup çalışmalar içinde yer almakta olup ve çalışmanın görece katkısı Markov rejim değişken modelin finansal karar süreçlerinde kullanılmasıdır.

Bu çalışmada kullanılan rejim geçişken modelin diğer çalışmalarda kullanılan metodolojiden avantajı, çalışmada kullanılan hisse senedi piyasalarının gelişmekte olan ülkelerden seçilmiş olması dikkate alındığında ortaya çıkmaktadır. Gelişmekte olan hisse senedi piyasalarında gözlemlenmesi muhtemel yüksek oynaklığın, hisse senedi fiyatlarındaki değişimi açıklayacak hata terimindeki volatilitéde zamana bağımlılık yaratacağı varsayımı dikkate alınarak bu çalışmada MSH-AR (2) modeli kullanılmıştır. Her ne kadar yukarıda ve ayrıca literatür taramasında bahsi geçen ARCH ve GARCH modelleri, hisse senedi getirilerinde zaman değişken oynaklığı inceliyor olsalar dahi, bu modeller söz konusu oynaklığın tespiti ve istenirse tahmini yönünde kullanılmaktadır. Buna karşın, MSH-AR ve özellikle MSH-AR (2) modeli ise var olan volatilitédeki rejim değişkenliğini, başka bir ifade ile volatilitéye geçişi veya volatilitéden çıkışı tespit eden modellerdir. Dolayısıyla, MSH-AR modelleri, piyasalara ait zaman serilerini analiz ederek zaman değişken volatilitéde rejim değişkenliğinin tespitine yardımcı olmaktadır.

Finansal piyasalarda, "durağan" ve "oynak" olmak üzere iki volatilité rejimi hüküm sürmektedir. Piyasaların, durağan durumdan oynak yapıya geçişinin tahmini risk yönetimi ve olası portföy kayıplarının tahmini açısından önemlidir. İki farklı rejim arasındaki geçişkenliğin tahmin edilmesi için farklı rejim bağımlı modeller geliştirilmiştir. Bu modeller seçilirken önemli olan ölçüt, modelin kullanılan veriye ve piyasaya uygun olmasıdır. Ampirik uygulamalarda rejim bağımlı parametre olarak ortalamayı esas alan MSM-AR modeli  $M$  ortalamaya karşılık gelmektedir) seçilebileceği gibi, hata teriminin heteroskedastik veya homoskedastik olup olmadığı yönündeki bir model olan MSH-AR modeli ( $H$ , heteroskedastisiteyi ifade etmektedir) de tercih edilebilir. Gelişmekte olan piyasalardaki yüksek oynaklığın, hata terimindeki volatilitéde zaman bağımlılığı yaratacağı düşüncesiyle bu çalışmada MSH-AR (2) modeli kullanılmıştır.

MSH-AR (2) modelinde, hisse senedi endekslerinin zaman serilerindeki geriye dönük heteroskedastisite temel alınarak, oynaklığın geçmiş fiyat hareketlerine bağımlılığı incelenmektedir. Modelin tanımındaki "2", yazılan algoritmada "durağan" ve "oynak" olmak üzere iki farklı rejimin geçişkenliğinin incelendiğini göstermektedir. MSH-AR modelinin anlaşılabilmesi için öncelikle MSM-AR( $p$ ) modelinin incelenmesinde fayda görülmektedir.

Durağan zaman serileri  $\{x_t\}$ , ortalamaya yakınsama sürecinde otoregresif bir yapı izlemekte, AR( $p$ ), zaman serilerindeki bu özellik ise rejim geçişkenliğinin aşağıda yer alan 1 no.lu eşitlikle belirtilen MSM-AR( $p$ ) modeli ile öngörülmesini gerektirmektedir (Clements ve Krolzig, 2003).

$$x_t - \mu(s_t) = \sum_{k=1}^p \alpha_k (x_{t-k} - \mu(s_{t-k})) + u_t, \quad (1)$$

$$u_t | s_t \approx NID(0, \sigma^2)$$

Tanımlanan rejimlerin sıralaması denklemdaki  $u$  aracılığıyla,  $u_1 < \dots < u_M$  sırasında takip edilmektedir. Geçişkenlik olasılıkları zaman bağımsız olup 2. no.lu denklem ile öngörülmektedir.

$$p_{ij} = \Pr(s_{t+1} = j | s_t = i),$$

$$\sum_{j=1}^M p_{ij} = 1, \quad \forall i, j \in \{1, \dots, M\} \quad (2)$$

Model,  $i$  ve  $j$  arasındaki rejim geçişkenliğinin olasılığının,  $i$  rejimindeki sürecin süresine bağımlı olmasını gerektirmemektedir. Hamilton (1998) tarafından geliştirilen ve aşağıda yer verilen modelde ise dağılımın varyansı rejim bağımlı bir özellik göstermemektedir. Burada, getirilerin dağılımı aynı ortalamaya fakat farklı varyanslara sahip iki rejimli olarak tanımlanmasına karşın geçiş matrisleri 3 no.lu denklemden gösterildiği üzere sabittir (Özün ve Türk, 2008).

$$y_t = \begin{cases} \mu + \sigma_0 \varepsilon_t, & \text{if } s_t = 0 \\ \mu + \sigma_1 \varepsilon_t, & \text{if } s_t = 1 \end{cases} \quad P = \begin{bmatrix} p_{00} & 1-p_{01} \\ 1-p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Denklemden,  $\sigma_0 = \exp(\alpha/2)$  ve  $\sigma_1 = \exp((\alpha + \beta)/2)$ 'dir.  $s_t$ , hata terimlerinden,  $\varepsilon_t$ , bağımsız iki boyutlu Markov zincirli varyansa sahip normal dağılımlı beyaz gürültü terimidir. Hamilton (1998) modelinde parametreler, ortalama  $\mu$ , düşük ve yüksek standart sapma  $\sigma_0, \sigma_1$  ve geçişkenlik olasılıkları  $p_{00}, p_{11}$ 'dir. Söz konusu olasılıklar, rejimlerin devamlılıklarını göstermektedir. Buna karşın, rejim bağımlı heteroskedastisite finansal zaman serilerinin analizinde kendisini gösterebilmektedir. Bu nedenle, özellikle doğrusal olmayan davranışların gözlemlendiği gelişmekte olan ülkelere ait finansal zaman serilerinin analizinde MSH-AR modelinin kullanılması daha uygun olmaktadır.

Bu bakış açısıyla, Clements ve Krolzig (2003) MSM-AR modelinin MSH-AR modeline dönüşümünü, 1 no.lu denklemden  $u_t | s_t \approx NID(0, \sigma^2)$  varsayımının  $u_t | s_t \approx NID(0, \sigma^2(s_t))$  ile değiştirilmesi suretiyle gerçekleştirmişlerdir. 2 rejimli modelde, örneğin,  $s_t = 1$  iken  $\sigma^2(s_t) = \sigma_1^2$  ve  $s_t = 2$  iken  $\sigma^2(s_t) = \sigma_2^2$  olmaktadır. Rejim değişken modellerde, gözlem değişkenindeki asimetrik bölümün modellenememesi yanlış sonuçların çıkarılmasına neden olacaktır. Bu nedenle, gerçek zaman serilerinde olmasına karşın, MSM-AR modelinde heteroskedastisitenin yer almaması, modelin performansına yönelik yapılacak tamamlayıcı testlerin de yanıltıcı sonuç vermesine neden olacaktır (Luukkonen ve Terasvirta, 1991; Clements ve Krolzig, 2003).

Yukarıda aktarılan metodoloji çerçevesinde seçilmiş gelişmekte olan ülke borsaları ve MSCI dünya hisse senedi endeksindeki heteroskedastik rejim değişken modelin öngörü performansı test edilecektir.

#### 4. Veri

Bu bölümde, makalenin ampirik testlerinde kullanılan finansal varlıklara ait zaman serileri ve bu serilere ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. 09.01.2004-13.09.2007 dönemini kapsayan 927 güne ait Türkiye, Lübnan, Brezilya, Amerika, Ukrayna ve Rusya hisse senedi piyasaları ile Morgan Stanley Global Hisse Senedi Endeksi'ne ait gün sonu kapanış değerlerinin logaritmik getirileri yer almaktadır. Zaman serileri, Bloomberg Plc. veri sağlayıcısından temin edilmiştir.

Tablo 1'de finansal zaman serilerine ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Lübnan, Ukrayna ve Rusya hisse senedi piyasalarında basırlığın yüksek olması ve bu ülkelerle birlikte Türkiye hisse senedi piyasalarında çarpıklığın negatif olması dikkat çekicidir. Lübnan borsasında ortancanın sıfır olması dikkat çekici bulunmakla birlikte, bu durum tesadüfidir. Bu durum, anılan piyasaların gelişmekte olması nedeniyle asimetrik getirilere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Gelişmiş ülkelere ait hisse senedi piyasalarında standart sapmanın düşük olması ise bu piyasalardaki görece düşük riskten kaynaklanmaktadır.

**Tablo 1. Veri Setinin Tanımlayıcı İstatistikleri**

	İMKB	BREZİLYA BORSASI (BOVESPA)	LÜBNAN BORSASI (BLOM)	UKRAYNA BORSASI (PFTS)	RUSYA BORSASI (RTS)	DOW	MSCI
<b>Ortalama</b>	0,00044	-0,00039	0,00047	0,00117	0,00056	-0,00014	0,00016
<b>Ortanca</b>	0,00071	-0,00026	0,00000	0,00040	0,00087	-0,00020	0,00005
<b>En Büyük</b>	0,02477	0,02978	0,03365	0,04442	0,05477	0,01454	0,01112
<b>En Küçük</b>	-0,03766	-0,02536	-0,04642	-0,07112	-0,05329	-0,00935	-0,00636
<b>Standart Sapma</b>	0,00754	0,00702	0,00603	0,00748	0,00757	0,00299	0,00169
<b>Çarpıklık</b>	-0,35633	0,26236	-0,72778	-0,63320	-0,44864	0,34459	0,07432
<b>Basıklık</b>	4,12	4,08	17,50	16,24	11,24	4,24	5,76
<b>Jarque-Bera</b>	67,77	55,34	8.208,06	6.836,44	2.653,41	77,67	295,38
<b>Olasılığı</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam</b>	0,41	-0,36	0,44	1,08	0,52	-0,13	0,15
<b>Toplam Standart Sapma</b>	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,01	0,00
<b>Gözlem</b>	927	927	927	927	927	927	927

### 5. Ampirik Bulgular

Bu çalışmada yapılan ampirik testlerin amacı, seçilen hisse senedi piyasalarındaki volatilité rejim değişikliği olasılıklarını tahmin ederek, bu rejimlerin seçilen gelişmekte olan ülke ve gelişmiş ülkelerin hisse senedi piyasaları için farklı seyredip seyretmediğini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır. Ampirik analizler, Gauss ekonometri yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 2. Hisse Senedi Piyasalarının Rejim Özellikleri**

Rejim Özellikleri											
İMKB	nObs	Prob.	Durasyon	LEBANON STOCK EXCHANGE (BLOM)	nObs	Prob.	Durasyon	UKRAYNA BORSASI (PFTS)	nObs	Prob.	Durasyon
Rejim 1	677.6	0.7445	48.66	Rejim 1	695.9	0.7553	11.79	Rejim 1	681.8	0.7388	12.84
Rejim 2	245.4	0.2555	16.70	Rejim 2	227.1	0.2447	3.62	Rejim 2	241.2	0.2612	4.54
BREZİLYA BORSASI (BOVESPA)	nObs	Prob.	Durasyon	RUSYA BORSASI (RTS)	nObs	Prob.	Durasyon	MSCI	nObs	Prob.	Durasyon
Rejim 1	715.4	0.7783	86.00	Rejim 1	777.4	0.8429	25.26	Rejim 1	727.8	0.7975	124.85
Rejim 2	207.6	0.2217	24.50	Rejim 2	145.0	0.1571	4.71	Rejim 2	195.2	0.2025	31.71
DOW	nObs	Prob.	Durasyon								
Rejim 1	642.1	0.6887	42.77								
Rejim 2	280.9	0.3113	19.33								

Tablo 2’de, veri setinde yer alan gözlem (gün) sayısı (nObs), rejim olasılıkları (Prob) ve her rejimde seyreden ortalama durasyon ortaya konulmuştur. Bahsi geçen durasyon, her rejimde kalınan ortalama süreyi ifade etmektedir. Tablonun ortaya koyduğu önemli bir bulgu, volatilité rejim değişkenliklerinin farklı piyasalarda nasıl bir seyir izlediğinin tespit edilerek uluslararası portföy çeşitlendirmesinin sağlanabilmesidir. İnceleme dönemimizde, Brezilya Borsası ve Rusya Borsası ile Morgan Stanley Global Hisse Senedi piyasaları endeksinde rejim değişikliği olasılığı diğer endekslere göre daha düşüktür. ABD hisse senedi piyasalarında rejim değişikliği olasılığı ise diğer piyasalara göre oldukça yüksek gözükmemektedir. Ancak durasyonlar incelendiğinde durağan (1.) rejimde kalınan durasyon en yüksek Morgan Stanley Global Hisse Senedi piyasaları ile Brezilya Borsasında gözükmemekte, diğer taraftan Lübnan ve Rusya borsalarında daha kısa sürede rejim değişikliği ortaya çıkabilmektedir. Söz konusu endekslerin daha az rejim değiştirmekle birlikte daha oynak olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3’te ise rejim geçiş olasılığı matrisine yer verilmiştir. Söz konusu matris incelendiğinde benzer şekilde inceleme dönemimizde Brezilya Borsası, Rusya Borsası, Türkiye Borsası ile Morgan Stanley Global Hisse Senedi piyasaları endeksinde volatilitenin durağan (1.) rejimde kalma olasılığı Lübnan ve Ukrayna borsalarına göre daha yüksektir. Tabloda dikkat çekici bir diğer husus, ABD hisse senedi piyasalarında durağan volatilité rejiminden oynak volatilité rejimine geçiş olasılığının düşük gözükmemekle birlikte, bir geçiş yaşandığı durumda oynak rejimde kalma olasılığının yüksek olduğudur. Buradan çıkan sonuç, ABD piyasalarında olası bir rejim değişikliğinin kalıcı volatilité yaratacağıdır.

Oynak volatilité rejimine geçilmesi durumunda, tekrar durağanlaşma eğiliminin en yüksek olduğu piyasalar ise Lübnan, Rusya ve Ukrayna borsaları olarak gözükmektedir. Oynaklığın en kalıcı olduğu piyasaların ise Morgan Stanley Global Hisse Senedi piyasaları endeksi, Türkiye Borsası, Brezilya Borsası ve ABD hisse senedi piyasaları olduğu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 3. Rejim Değişkenlik Olasılığı**

Geçiş Olasılığı Matrisi								
IMKB	LÜBNAN BORSASI (BLOM)		UKRAYNA BORSASI (PFTS)		BREZİLYA BORSASI (BOVESPA)		RUSYA BORSASI (RTS)	
	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2
Rejim 1	0.9794	0.0206	Rejim 1	0.9152	0.0848	Rejim 1	0.9221	0.0779
Rejim 2	0.0599	0.9401	Rejim 2	0.2618	0.7382	Rejim 2	0.2203	0.7797
DOW	MSCI		DOW		DOW		DOW	
	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 1	Rejim 2
Rejim 1	0.9884	0.0116	Rejim 1	0.9604	0.0396	Rejim 1	0.9920	0.0080
Rejim 2	0.0408	0.9592	Rejim 2	0.2124	0.7876	Rejim 2	0.0315	0.9685
Rejim 1	0.9766	0.0234						
Rejim 2	0.0517	0.9483						

2008 yılında başlayan küresel kriz incelendiğinde, çalışmanın ampirik bulgularında gözlemlenen oynaklığın kalıcılığı hakkında daha somut yorumlara varmak mümkündür. Çalışmada, ampirik olarak ABD ve buna bağlı olarak genel dünya piyasalarında oynak veya başka bir ifade ile durağan olmayan sürecin uzun sürmesi, ABD ekonomisi ve finansal piyasalarının diğer ülkelere olan geçişkenliğinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye, Ukrayna veya Lübnan gibi görece olarak daha kapalı ve kendi iç dinamikleri ile dahi rejim değişkenliği yaşamış ve yasayabilecek ülkelerin aksine, daha açık bir ekonomi olan ABD piyasalarında yaşanacak özellikle negatif yönlü rejim değişikliği, hem daha uzun süreli olacak hem de diğer ülkelere geçişken bir hal alacaktır. Rusya ekonomisi incelendiğinde ise ekonomisinin ölçek olarak büyük ve görece açık olmasına karşın petrol ve doğal gaz ihraç eder konumda olmasının kriz dönemlerinde tekrar durağan rejime geçiş zamanını kısaltabileceği yorumu yapılabilir. Benzer bir durum, Brezilya için geçerli olsa da Brezilya'nın ABD ile daha yakın ekonomik ilişkilere sahip olmasının Brezilya hisse senedi piyasalarının Rusya piyasalarının aksine ABD ile görece daha benzer rejim geçişkenlik özellikleri taşıması kaçınılmaz olmaktadır.

Ampirik sonuçlara bakıldığında 2004 yılından başlayarak ABD Doları'nın değer kaybının yaşandığı ve ABD'de faiz indirimlerinin yerini faiz artışlarına bıraktığı bir dönemde, ABD hisse senedi piyasalarında göreceli olarak istikrarlı bir artış yaşandığı ve oynaklığın düşük seyrettiği gözlemlenmiştir. Buna karşın, oynaklığın yaşandığı dönemlerde kalıcı olma eğilimi gösterdiği ve ortalama 19 gün durasyona sahip olduğu yapılan analiz ile ortaya konulmuştur. Test sonuçları genel olarak incelendiğinde ise Brezilya, Türkiye, ABD ve Morgan Stanley hisse senedi endekslerinin taşıdığı rejim özellikleri açısından benzer karakteristik özellikler gösterdiği görülmüştür. Diğer taraftan Rusya, Lübnan ve Ukrayna hisse senedi piyasalarının ise oynaklık açısından benzerlik taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu tespit, uluslar arası portföy yatırımlarında, portföy çeşitlendirmesi yapılırken dikkate alınmalıdır. Ampirik bulgulara ilişkin sonuçlar, okuyucuların görsel olarak takip edebilmeleri için, makalenin sonunda ek (Ek:1) olarak sunulmuştur.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Bu makalede, gelişmekte olan piyasalara ait hisse senedi endekslerindeki belirgin değişiklikler iki rejimli Markov zincir modeli kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Finansal varlık fiyatlarında ani ve sert değişimleri tahmin etmek amacıyla kullanılan modelin gelişmekte olan piyasa verileri kullanılarak test edilmesini içeren çalışmada modelin ABD-Dow Jones ve Morgan Stanley Dünya Hisse Senedi Endeksi'ndeki rejim geçişkenliğini öngörmedeki performansı da incelenmiştir. Bu çerçevede, modelin öngörü performansının piyasa yapısına göre farklılık gösterip göstermediği karşılaştırılmalı olarak test edilmiştir.

09.01.2004-13.09.2007 tarihleri arasındaki günlük hisse senedi endekslerinin kapanış değerlerinin logaritmik getirisi kullanılarak yapılan analizler sonucunda, Brezilya, Rusya ve genel olarak global hisse senedi piyasalarında (MSCI) rejim geçişkenliği olasılığının düşük olduğu; buna karşın, ABD piyasalarında ise geçişkenlik olasılığının en yüksek seviyede çıktığı belirlenmiştir. Oynaklığın en kalıcı olduğu piyasaların ise Morgan Stanley Global Hisse Senedi piyasaları endeksi, Türkiye, Brezilya ve ABD hisse senedi piyasaları olduğu görülmektedir.

Bu makale, elde edilen test sonuçlarını ortaya koymuş, fakat bu sonuçların gözlemlenmesine yönelik ekonomik ve finansal gelişmeler inceleme konusu yapılan ülkelerin ekonomik özellikleri dikkate alınarak ampirik bulgular bölümünde tartışılmıştır. Çalışma, 2004-2007 yıllarında rejim geçişkenliği açısından ön plana çıkan, volatilitenin yüksek olduğu düşünülen fakat literatürde fazlaca inceleme konusu yapılmamış ülkelerin hisse senedi piyasaları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışmada, ABD hisse senedi piyasaları ise durağan rejimin temsilcisi olarak ve gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırma amacıyla incelenmiştir. Buna karşın, 2008 yılından bu yana yaşanmakta olan küresel kriz, bu çalışmada yer alan metodolojinin son dönemi kapsayan gelişmiş ülkelerin hisse senedi verilerinin analiz edilmesine imkân sunmaktadır.

Bu makalede yer verilen metodoloji ve ampirik test süreci uygulanarak, makalede yer verilen gelişmekte olan ülkelerin ve durağan bir dönem olan 2004-2007 yılları arasının aksine gelişmiş ülkelerin kriz dönemini içeren verileri kullanılarak ayrı fakat metodun ilave testine imkan sunan bütünlüycü ampirik bir çalışma yapılabilir. İleriye dönük çalışmalara tavsiye niteliğinde olan böylesi bir çalışmanın yanı sıra, kriz döneminde gelişmiş ülke borsaları ile gelişmekte olan borsalar arasındaki volatilitenin geçişkenliği de inceleme konusu yapılması önerilen bir tavsiyedir.

#### **Kaynakça**

- Akarım, Y.D. (2013) Uluslararası Çapraz Kotasyonun Risk ve Getiri Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 57, 137-148.
- Alexander, C., A. Dimitriu (2005) *Detecting switching strategies in equity hedge funds returns*, Journal of Alternative Investments, 8(1), 7-13.
- Alexander, C., Lazar, E. (2005) *The Equity Index Skew, Market Crashes and Asymmetric Normal Mixture GARCH*, ISMA Center, Mimeo.
- Alexander, C., Lazar, E. (2006) *Normal Mixture GARCH(1,1): Applications to Exchange Rate Modeling*, Journal of Applied Econometrics 21(3), 307-336.
- Aloui, C. (2007) Price and volatility spillovers between exchange rates and stock indexes for the pre- and post-euro period, *Quantitative Finance* 7, 669-685.
- Ang, A., Bekaert, G. (1998) *Regime Swiches in Interest Rates*, NBER Working Paper No: 91, 61-87
- Alvarez-Plata, P., Schrooten, M. (2006) *The Argentinean Currency Crisis: A Markov-Switching Model Estimation*, Developing Economies, 44(1), 79-91.
- Ball, C., Torous, W. (1983) *Bond Price Dynamics and Options*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 18, 517-531.
- Barber, C., Robertson, D., Scott, A. (1977) *Property and Inflation: The Hedging Characteristics of UK Commercial Property*, Journal of Real Estate Finance and Economics, 15(1), 59-76.
- Bekaert, G., Harvey, C. (1997) *Emerging Equity Market Volatility*, Journal of Financial Economics 43: 29-78.
- Bollen, S., Gray, N., Whaley, R. (2000) *Regime-Switching in Foreign Exchange Rates: Evidence From Currency Option Prices*, Journal of Econometrics, 94, 239-276.
- Cheung, Y.W., Erlandsson, U.G. (2005) *Exchange Rates and Markov Switching Dynamics*, Journal of Business and Economic Statistics, American Statistical Association, 23, 314-320.
- Cung, C.F. (1999) *Estimating the Fractionally Integrated GARCH Model*. National Taiwan University, Working Paper.
- Clarida, R.H., Sarno, L., Taylor, M.P., Valente, G. (2006) *The role of asymmetries and regime shifts in the term structure of interest rates*, Journal of Business, 79, 1193-1224.
- Clements, M.P., Krolzig, H.M. (2004) *Can regime switching models reproduce the Business Cycle features of US aggregate consumption, investment and output?* International Journal of Finance and Economics, 91(14), 1076-9307.

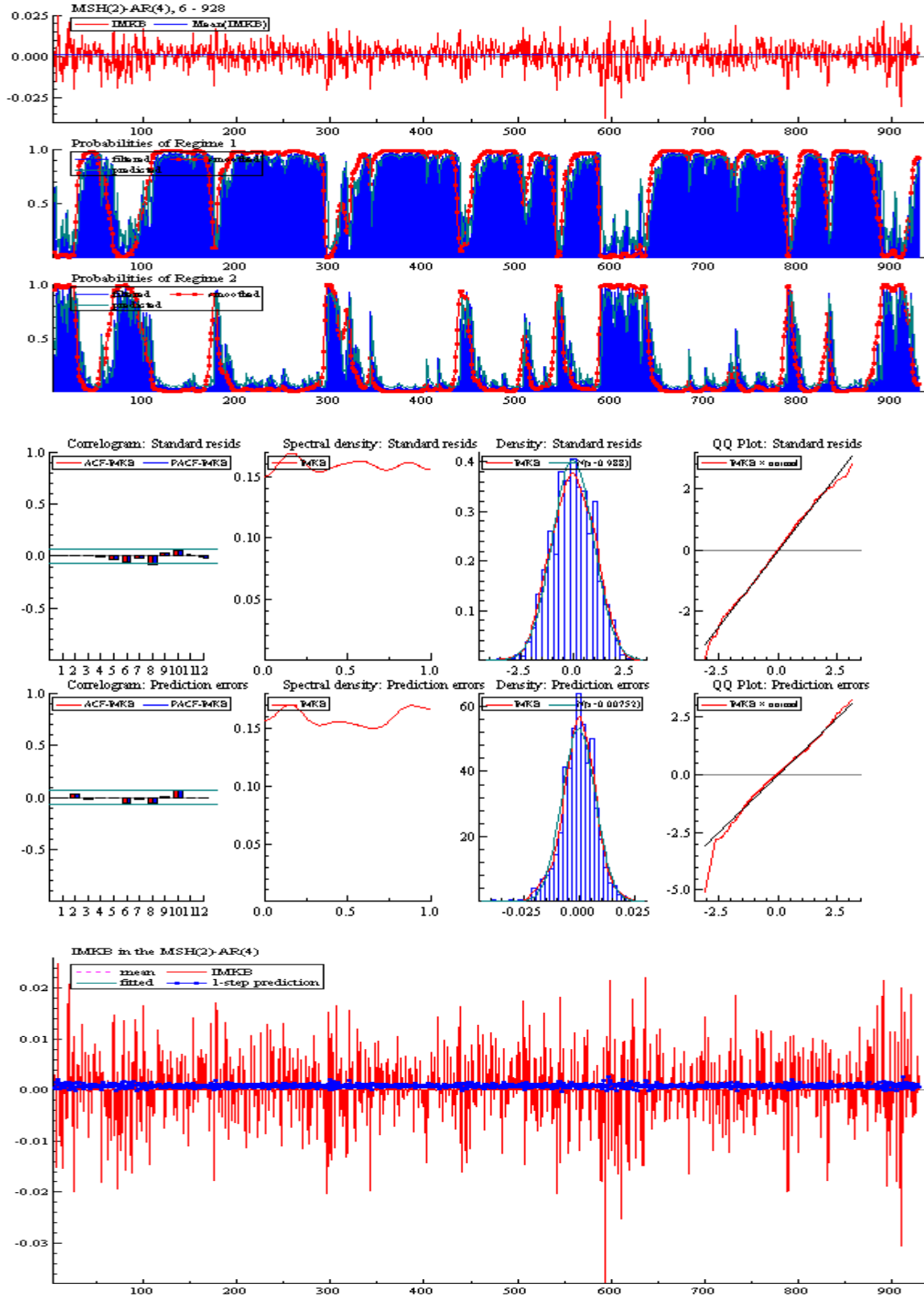


- Coe, J.P. (2002), *Financial Crisis and the Great Depression: A Regime Switching Approach*, Journal of Money, Credit and Banking, 34(1), 76-93.
- Constantinou, E. Georgiades, R. Kazandjian A., Kouretas G. (2006) *Regime Switching and Artificial Neural Network Forecasting of the Cyprus Stock Exchange Daily Returns*, International Journal of Finance and Economics, 11(4), 371-383
- Dacco, R., Satchell, S. (1999). *Why do Regime-Switching Models Forecast so Badly?* Journal of Forecasting, 18, 1-16.
- Davidson, J. (2001) *Moment and Memory Properties of Linear Conditional Heteroskedasticity Models. Manuscript, Cardiff University*
- De Santis, G., Imrohorglu, S. (1997). *Stock Returns and Volatility in Emerging Financial Markets*, Journal of International Money and Finance 16, 561-579.
- Dewachter, H. (1997), *Sign Predictions of Exchange Rate Changes: Charts as Proxies for Bayesian Inferences*, Weltwirtschaftliches Archiv, 133, 39-55.
- Ding, Z., Granger, W.J., Engle, R. F. (1993) *A Long Memory Property of Stock Market Returns And A New Model*, Journal of Empirical Finance, 1, 83-106.
- Engle, R., Bollerslev, T. (1986) *Modeling the Persistence of Conditional Variances*, Econometric Reviews, 5, 1-50.
- Engel, C., Hamilton, J.D. (1990), *Long Swings in the Dollar: Are They in the Data and Do Markets Know It?* American Economic Review, 80, 689-713.
- Engel, C. (1994), *Can the Markov Switching Model Forecast Exchange Rates?* Journal of International Economics, 36, 151-165.
- Evans, M.D.D., Lewis, K.K. (1995) *Do Long-Term Swings in the Dollar Affect Estimates of the Risk Premia?* Review of Financial Studies, 8, 709-742.
- Francis, N., Owyang, M.T. (2005) *Monetary Policy in a Markov-Switching Vector Error-Correction Model: Implications for the Cost of Disinflation and the Price Puzzle*, Journal of Business & Economic Statistics, American Statistical Association, 23, 305-313.
- Garcia, R., Perron, P. (1996) *An Analysis of the Real Interest Rate under Regime Shifts*, Review of Economics and Statistics, 78, 111-125.
- Ghysels, E. (1994) *On the Periodic Structure of the Business Cycle*, Journal of Business and Economic Statistics, 12, 289-298.
- Goodwin, T.H. (1993) *Business-Cycle Analysis With a Markov-Switching Model*, Journal of Business and Economic Statistics 11, 331-339.
- Goldfeld, S.M., Quandt, R.E. (1973) *A Markov Model for Switching Regressions*, Journal of Econometrics, 1(1), 3-15.
- Hamilton, J.D. (1989) *A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle*, Econometrica, 57, 357-384.
- Hansen, B.E. (1992) *The Likelihood Ratio Test under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP*, Journal of Applied Econometrics, 7, S61-S82.
- Hansen, B.E. (1996) *Erratum: The Likelihood Ratio Test Under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP*, Journal of Applied Econometrics, 11, 195-198.
- Kaminsky, G. (1993) *Is There a Peso Problem? Evidence from the Dollar/Pound Exchange Rate, 1976-1987*, American Economic Review, 83, 450-472.
- Lindgren, G. (1978) *Markov Regime Models for Mixed Distributions and Switching. Regressions*, Scandinavian Journal of Statistics 5, 81-91.
- Luukkonen R., Terasvirta, T. (1991) *Testing linearity of economic time series against smooth cyclical asymmetry*, Annales d'économie et de statistique 20/21, 125-142
- Marsh, Ian W. (2000) *High-frequency Markov Switching Models in the Foreign Exchange Market*, Journal of Forecasting, 19, 123-134.
- McKenzie, M.D. 2001. *New insights into the impact of the introduction of futures trading on stock price volatility*, Journal of Futures Markets 21, 237-255.
- Mugaloğlu, Y. 2012. *Endekse dayalı varant işlemleri ve dayanak varlık volatilitesi ilişkisi: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası örneği*, İktisat, İşletme ve Finans 27, 95-110.
- Nelson, D.B. (1991) *Conditional Heteroskedasticity In Asset Pricing: A New Approach*. Econometrica 59, 347-370.

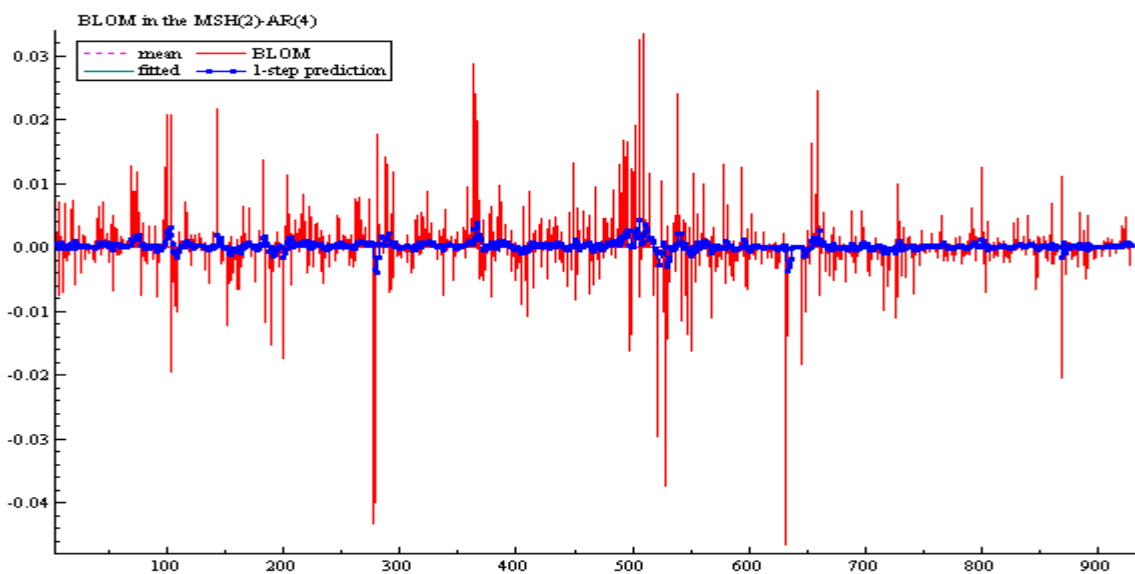
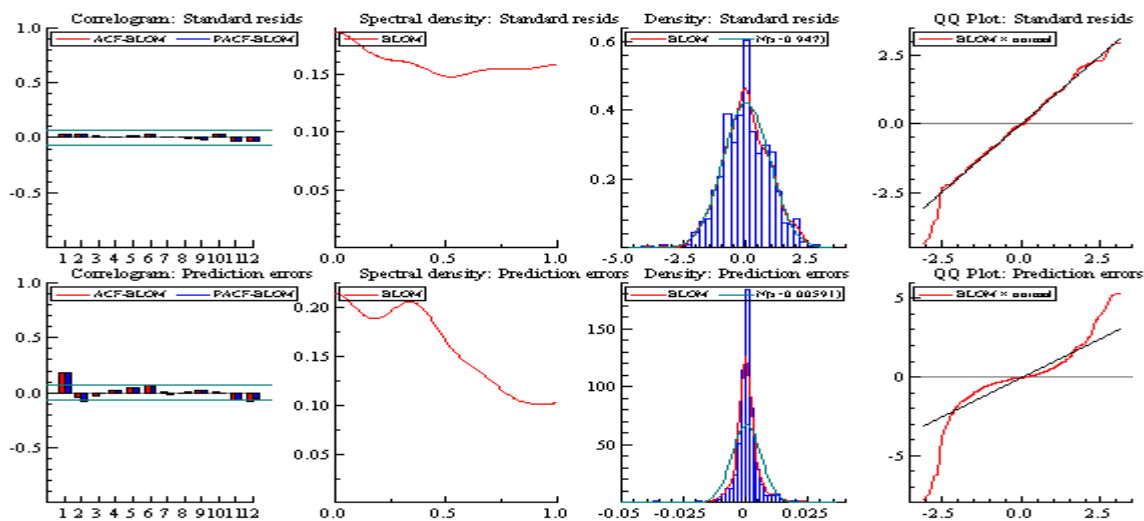
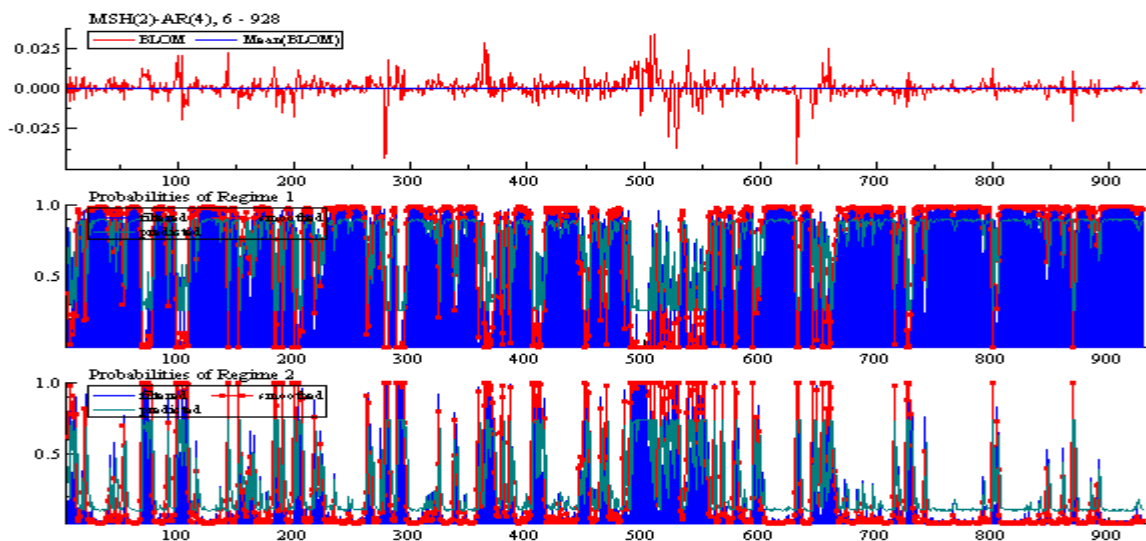
- Özün, A., Türk, M. (2008) *Döviz Kurlarının Öngörüsünde Stokastik Oynaklık Modelleri*, İktisat, İşletme, Finans, 23(265), 50-67.
- Quandt, R.E., Henderson J.M, 1958, *Microeconomic Theory: A Mathematical Approach*, 2nd edition
- Selçuk, F. (2005) *Asymmetric Stochastic Volatility in Emerging Stock Markets*, Applied Financial Economics, 15, 867-874
- Shin, J. (2005). Stock Returns and Volatility in Emerging Stock Markets, *International Journal of Business and Economics* 4, 31-43.
- Taylor, S.J. (2005) *Asset Price Dynamics, Volatility and Prediction*, Princeton University Press.
- Tse, Y. (1998) The Conditional Heteroscedasticity of the Yen-Dollar Exchange Rate, *Journal of Applied Econometrics*, 193, 49-55.
- Umutlu, M., Altay-Salih, A., Akdeniz, L. (2010). Does ADR listing affect the dynamics of volatility in emerging markets? *Finance a Uver-Czech Journal of Economics and Finance*, 60, 122-137.
- Yalçın, Y. (2006) *Stokastik Oynaklık Modeli ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Kaldıraç Etkisinin İncelenmesi*, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 357-365.

EK:1 - Hisse Senedi Endeksleri İçin Rejim Geçişkenliği Olasılığı, Öngörü Hataları Analizi, Öngörü Tahmini Grafikleri

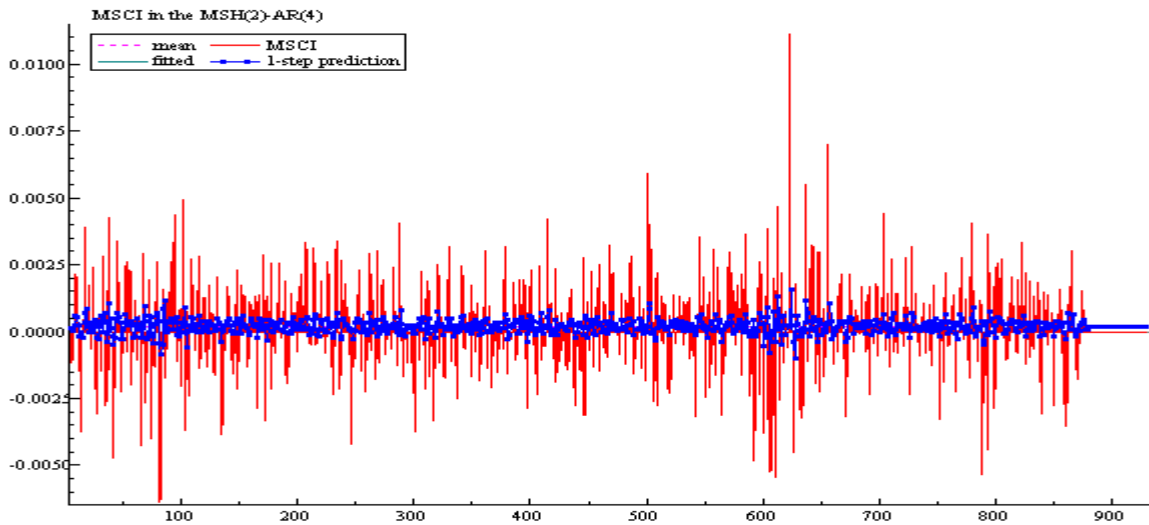
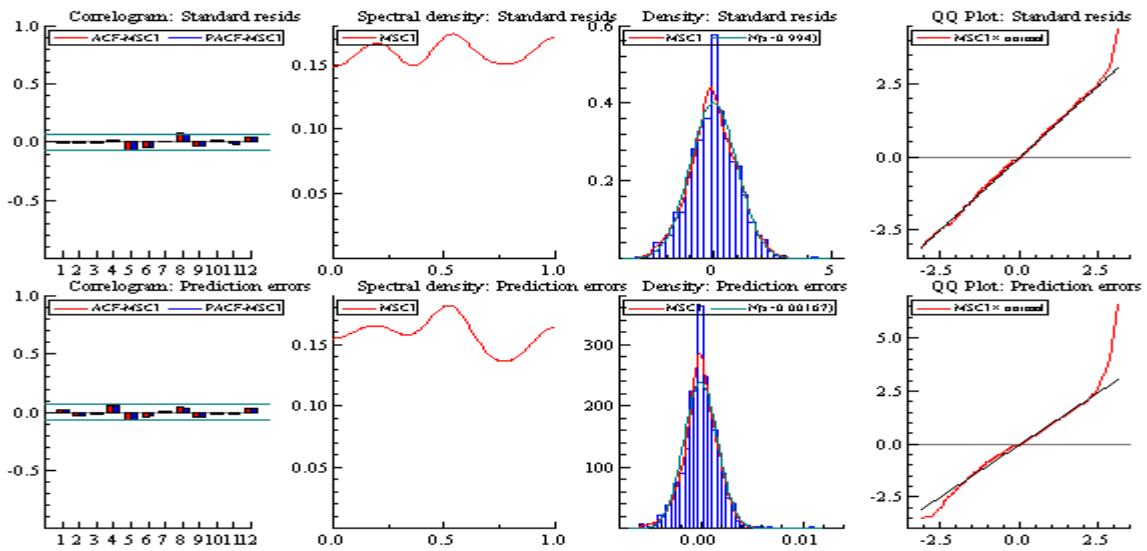
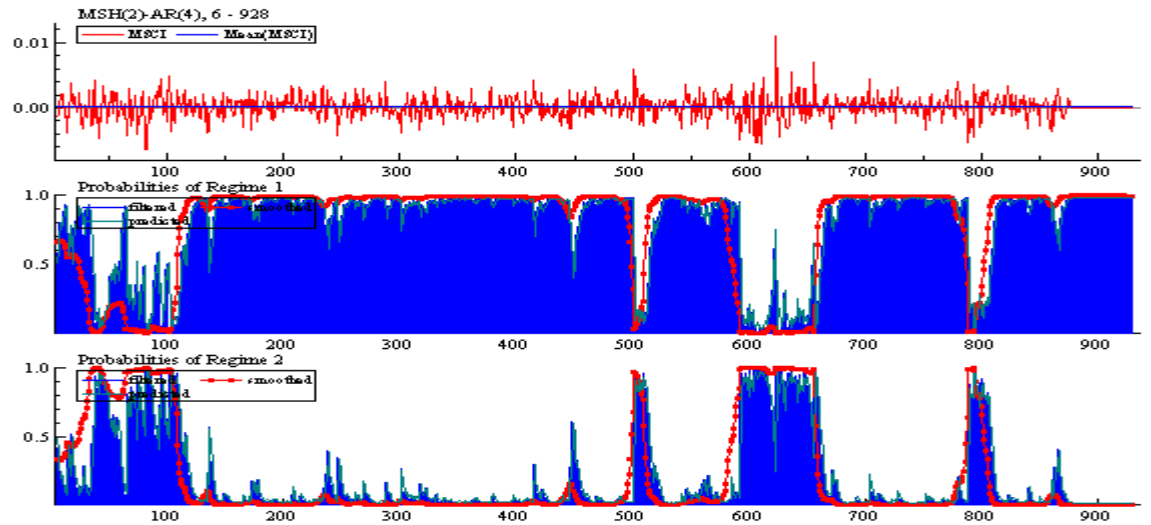
**TÜRKİYE (İMKB)**



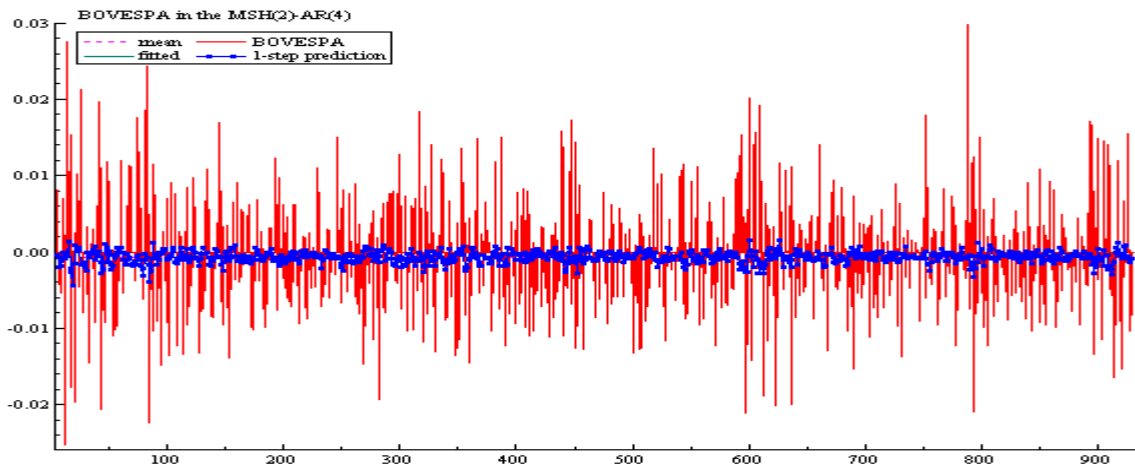
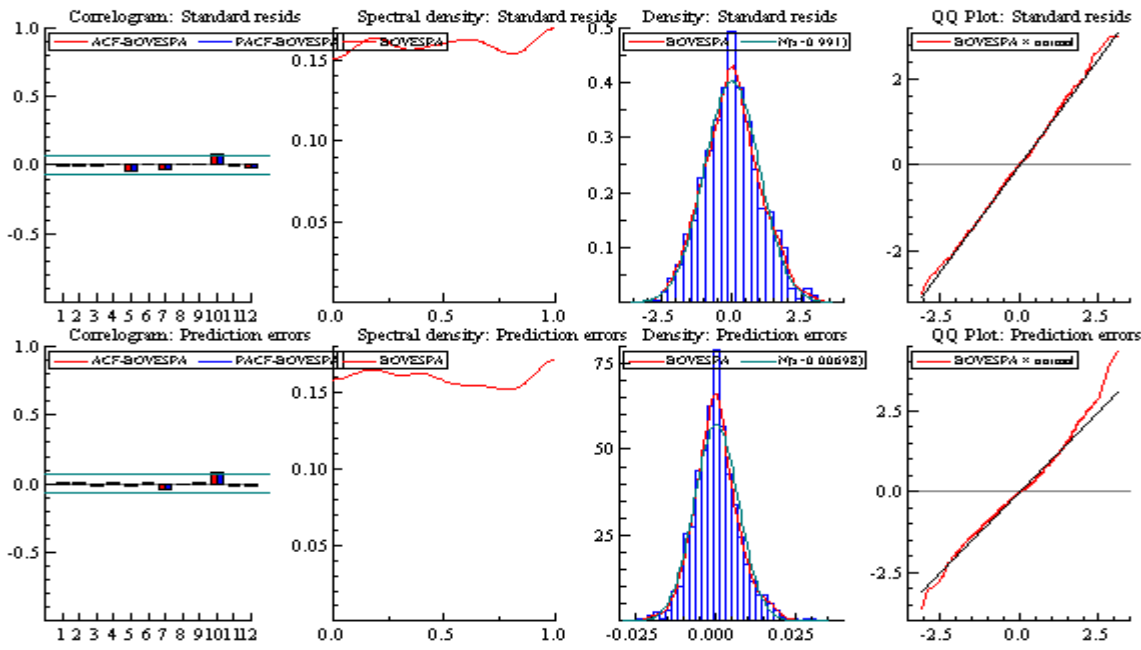
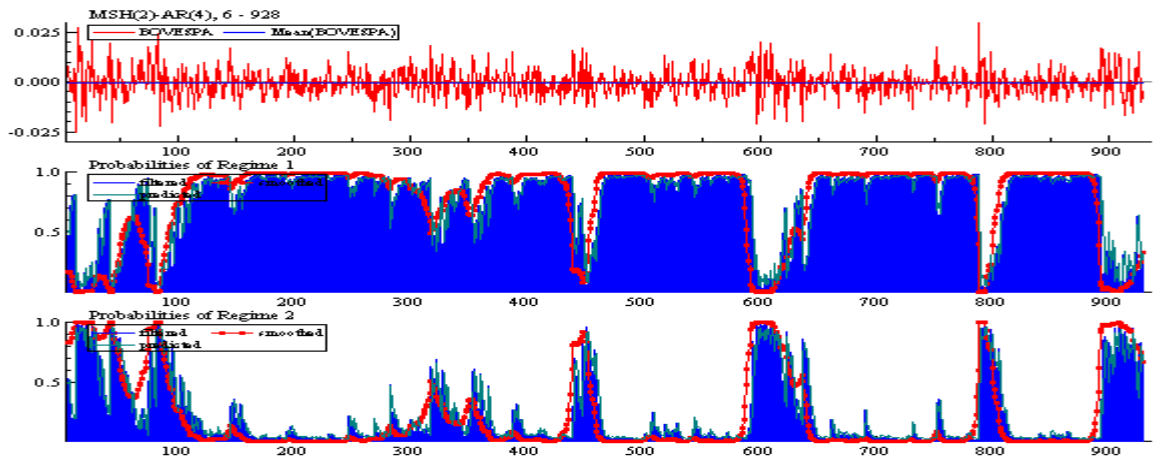
**LÜBNAN (BLOM)**



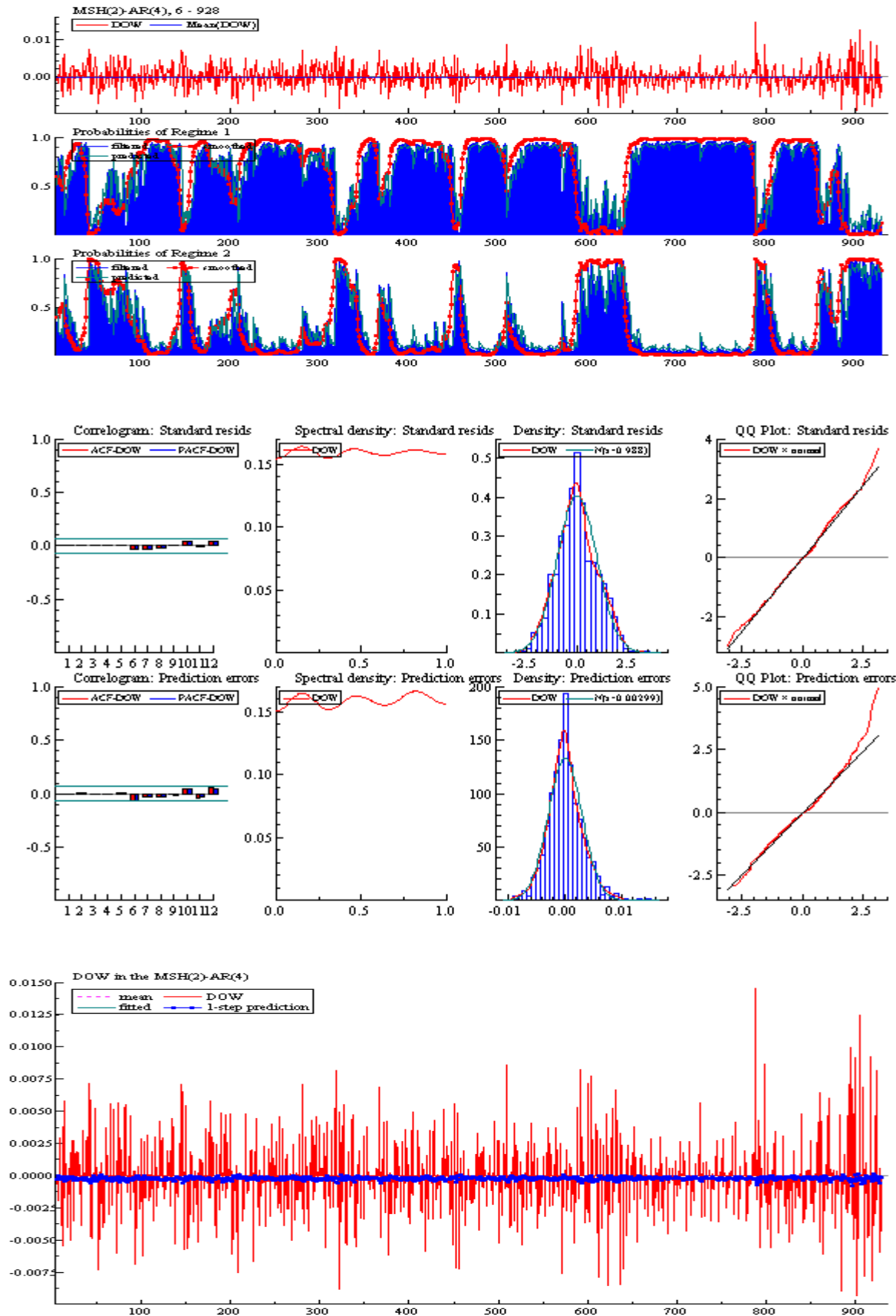
**MSCI**



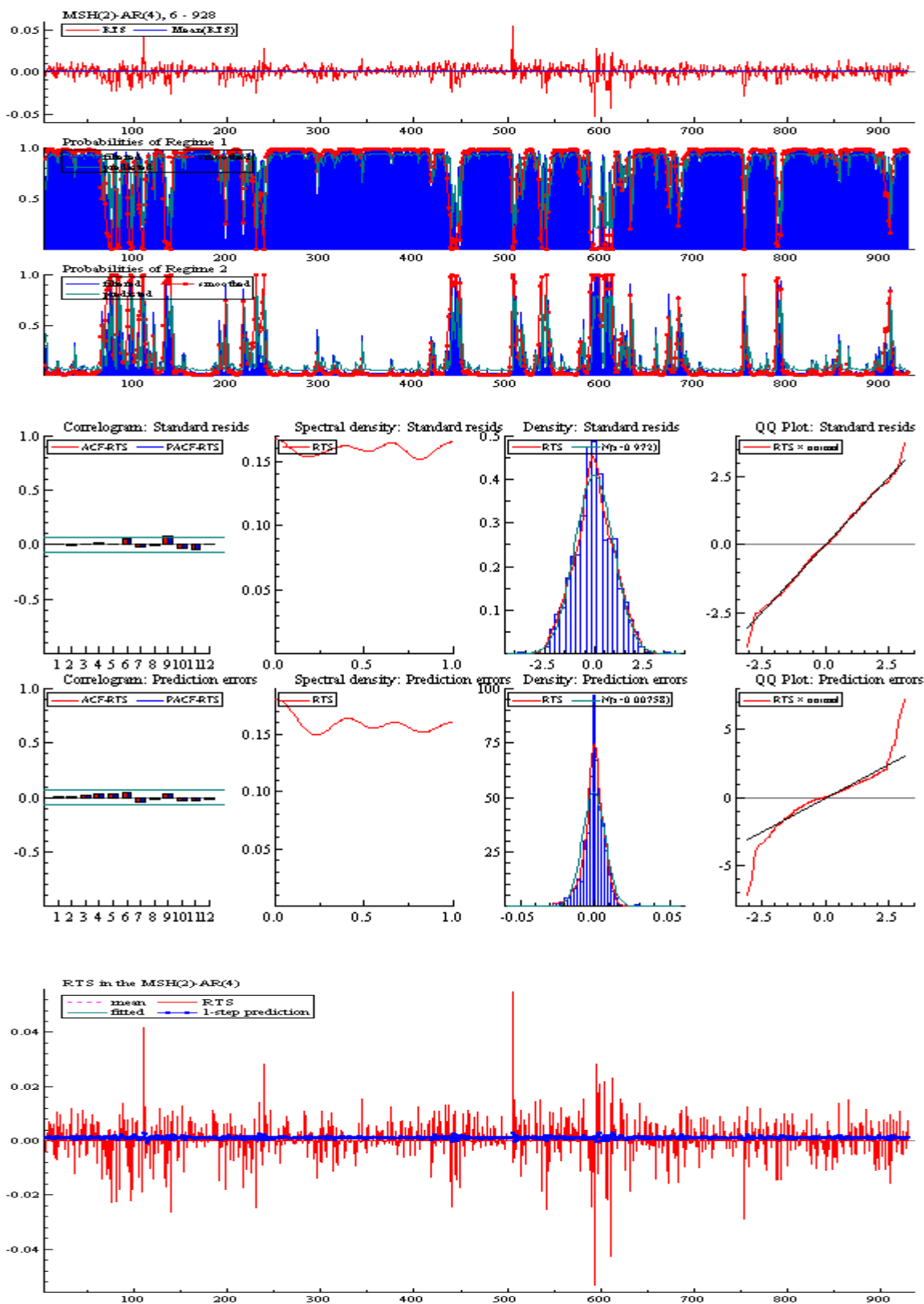
**BREZİLYA (BOVESPA)**



**ABD (DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE)**



**RUSYA RTS (RUSSIAN TRADING SYSTEM INDEX)**





**UKRAYNA (PFTS INDEX)**

