



# Sistemik Riskin Kompozit Göstergesi CISS Endeksi ile BIST Banka Endeksi Arasındaki Volatilite Etkileşimi Üzerine Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi

## *Cointegration and Causality Analysis on Volatility Interaction between Composite Indicator of Systemic Risk CISS Index and BIST Bank Index*

Dr. Öğr. Üyesi Emre Esat TOPALOĞLU<sup>1</sup>

### Öz

Bu çalışmada, Sistemik Riskin Kompozit Göstergesi (CISS) endeks volatilitesi ile Borsa İstanbul Banka endeks getiri volatilitesi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Her iki endekse ilişkin 18.01.1999 ile 31.12.2018 dönemindeki haftalık veriler, eşbütünleşme ve nedensellik analizleri ile incelenmiştir. CISS endeksi serisi için ARCH(2) ve BIST Banka endeksi için ise ARCH(1) modelleri ile volatilité modellenmesi gerçekleştirilmiştir. CISS ve Banka endeksleri için geçmiş dönemli şokların cari dönemdeki volatilitéyi etkilediği ve volatilitéye yol açan şokların uzun hafıza özelliği göstermeyerek kısa vadeli etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, endeksler arasında pozitif yönlü eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılırken; CISS endeks volatilitesinden, Banka endeks getiri volatilitesine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı da tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Volatilite, Borsa İstanbul, banka, sistemik risk, CISS endeksi

**Makale Türü:** Araştırma

### Abstract

In this study, it is aimed to determine the long-term relationship between composite indicator of systemic risk (CISS) Index volatility and Borsa Istanbul Bank Index return volatility. The weekly data of both indexes for the period between 18.01.1999 and 31.12.2018 analyzed with cointegration and causality. The volatility models of the series are analyzed by ARCH (2) model for CISS Index series and ARCH (1) model for BIST Bank Index series. It is found that the impacts on the volatility of the CISS and Bank Indices series don't have a lasting impact and showed a long memory characteristic. Furthermore, while the positive cointegration relationship between the indices is determined; One-way causality relationship is determined from CISS index volatility to Bank index return volatility.

**Keywords:** Volatility, Borsa Istanbul, bank, systemic risk, CISS index

**Paper Type:** Research

<sup>1</sup>Sırnak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, emresatopal@simak.edu.tr.

**Atıf için (to cite):** Topaloğlu, E. E. (2020). Sistemik riskin kompozit göstergesi CISS Endeksi ile BIST banka endeksi arasındaki volatilité etkileşimi üzerine eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(3), 786-801.

## Giriş

Küresel finansal kriz, ABD subprime ipotek piyasasında artan baskılarla başlamıştır. Ağustos 2007'de BNP Paribas, büyük ölçüde likit hale gelen ABD subprime ipotekleri tarafından desteklenen menkul kıymetleştirme varlıklarına, maruz kaldığı büyük yatırımlarla üç yatırım fonundaki itfaları durdurmaya zorlanmıştır. Bu durum, ABD varlık piyasasındaki yerel zorlamaların küresel finansal sistemin büyük bölümlerinde “sistemik bir olayı” tetiklediği anlardan biri olmuştur (Hollo vd., 2012, s. 4). Bu bağlamda, iflası veya bozulmasının doğrudan veya dolaylı bir şekilde bulaşmayı artırdığı büyük ölçekli sorunlara neden olan bir kuruluş, piyasa ya da enstrüman sistemik bir unsur olarak kabul görmektedir (BIS; IMF; FSB, 2009, s. 5). Finansal istikrarsızlığın yaygınlaşması ülkelerin büyümelerine ve refahına maddi olarak zarar verebilecek ölçüde finansal sistemin işleyişinin bozulma riski ise sistemik risk olarak ifade edilebilmektedir (European Central Bank, 2009, s. 134).

Bank for International Settlements (BIS), International Monetary Fund (IMF) ve Financial Stability Board (FSB) tarafından yayımlanan raporda sistemik risk; finansal sistem içerisindeki kısmi ya da bütünsel bozulmalardan kaynaklanan, mali sektörün yanı sıra reel ekonomi için de ciddi olumsuz sonuçlara yol açabilecek finansal hizmetlerde ortaya çıkabilecek bozulma riski olarak tanımlanmaktadır. Sistemik riskin her türlü finansal araç, aracı kuruluş, piyasa ve altyapı sorunlarından belirli bir dereceye kadar etkilenebileceği öngörülmektedir. Buna ek olarak sistemik riskin belirleyicilerinin büyüklük (finansal sistem içerisinde faaliyetlerin tek bir unsur tarafından ağırlıklı olarak yürütülmesi), ikame (finansal başarısızlık durumunda sağlanması gereken hizmetlerin hangi unsurlar tarafından gerçekleştirileceği) ve karşılıklı bağlantılar (finansal sistem içerisinde yer alan diğer unsurlar ile olan bağlantılar) olduğu da ifade edilmektedir (BIS-IMF-FSB, 2009, s. 2-13). Büyüklük, ikame ve karşılıklı bağlantılar doğrultusunda finansal sıkıntı ve iflas maliyetlerinin finansal sistem ve ekonomik faaliyetler üzerinde büyük ölçekli olumsuz etkilere yol açabilecek finansal kuruluşlar, sistemik açıdan önem arz eden kuruluşlar olarak karşımıza çıkmaktadır (FSB, 2011, s. 1).

Yaşanan küresel finansal kriz, pazar segmentleri ve katılımcılar arasında küreselleşme süreci ile kurulan güçlü bağlantıların ve ilişkilerin, finansal şokun istikrarını etkileyen yeni bir politika analizi paradigmasına yol açarak, finansal şok iletim mekanizmasını önemli ölçüde değiştirdiğini vurgulamıştır. Sistem, sürdürülebilir büyümenin sağlanması için ön koşul teşkil etmektedir. Dahası, kriz, finansal yenilikçiliğin, uzun süreli finansal istikrar bağlamında düşük derecede düzenleyici gözetim ile karmaşık bir finansal sistem yarattığını da ortaya koymaktadır. Yüksek belirsizlik dönemlerinde, finansal sistemde ve bunların reel ekonomi üzerindeki bulaşma ve yayılma etkilerinden dolayı olumsuz etkileri yaşanmaktadır. Mevcut makroekonomik modellerin, doğrusal olmayan düzeltmelerin yanı sıra finansal sistem ve reel ekonomi arasındaki sistemik yayılma ve bulaşma dinamiklerini ölçmede yetersiz kalması gerçeğiyle finansal istikrar analiz araçlarının eksikliği söz konusu olmuştur.

Ocak 2011'de Avrupa Birliği mali sisteminin makro ihtiyati gözetiminden sorumlu yetkili otorite olarak kurulan Avrupa Sistemik Risk Kurulu (ESRB), sistemik risk kavramını “mali sistemlerde bir aksaklık riski” olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda, ESRB'nin görevi, sistem genelinde bir perspektif uygulayarak, finansal istikrarın korunması, piyasa katılımcıları ve kurumlar arasındaki karşılıklı bağlantıdan kaynaklanan ve olumsuz makroekonomik gelişmeler oluşturan potansiyel güvenlik açıklarını izlemek, değerlendirmek ve ele almaktır. Dolayısıyla, sistemik risk analizi, piyasa oyuncularını ve kurumlar arasındaki etkileşimlerin yanı sıra bireysel gelişmeleri de dikkate alarak finansal sistemin geniş bir perspektifini ima etmekte ve finansal şokların ana ekonomiye aktarım kanallarının belirlenmesini gerektirmektedir (Kubinski ve Barnea, 2016, s. 80-81).

Bu sorunların bazılarını ele almak için Holló, Kremer and Lo Duca (2012), tarafından “Sistemik riskin Kompozit Göstergesi” veya sadece “CISS” olarak adlandırılan yeni bir finansal

risk endeksi oluşturulmuştur. Finansal risk endekslerinin temel amacı, finansal sistemdeki mevcut istikrarsızlık durumunu diğer bir ifadeyle mevcut sürünme seviyesini ve gerilmeleri (veya bunların yokluğunu) ölçmek ve bunu sürekli olarak bir tek istatistik değer olarak sunmaktır. Kapsamlı bir finansal risk endeksi, tüm finansal sistemdeki risk düzeyinin gerçek zamanlı olarak izlenmesine ve değerlendirilmesine olanak tanınmasının yanı sıra, tarihsel kriz bölümlerini daha iyi tanımlamak ve tarif etmek için de yardımcı olabilmektedir. CISS, finansal sistemdeki mevcut istikrarsızlık durumunu bir bütün olarak veya “sistemik risk” seviyesini eşit olarak ölçmeyi amaçlamaktadır. Sistemik stres, gerçekleşmiş olan sistemik risk miktarı olarak yorumlanırken; sistemik risk ise, finansal istikrarsızlığın yaygınlaşması, finansal sistemin işleyişini, ekonomik büyümenin ve refahın maddi sıkıntıya girdiği noktaya kadar bozulma riski olarak tanımlanabilmektedir. CISS endeksi, sistemik stres endeksini meydana getiren alt endeksleri arasındaki zaman esaslı değişkenlik gösteren korelasyonlar doğrultusunda ağırlıklandırarak birleştirmektedir. CISS endeksi bu özelliği ile diğer endeksleme metodlarına göre daha gelişmiş ve üstün bir yöntemdir. CISS endeksinde değişkenlerin kur seviyelerini, oynaklığını ve kısa vadeli ilişkinin yönünü ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır (Kilimci vd., 2015, s. 4).

Çalışmada, sistemik riskin Türkiye bankacılık sektörü üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, 18.01.1999 ile 31.12.2018 dönemi için CISS sistemik risk endeks volatilitesi ile BIST Banka Endeks getiri volatilitesi arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Çalışma, konuya ilişkin kavramsal açıklamaların yer aldığı giriş bölümü; önceki çalışmalarda elde edilen bulguların sunulduğu literatür taraması ve metodoloji bölümlerinden oluşmaktadır. Ulusal literatürde bankaların karşılaşılabilecekleri risklere ilişkin çeşitli çalışmalar söz konusudur. Ancak sistemik riskin bankacılık sektörüne olan etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bağlamda çalışmanın özgün bir değere sahip olduğu ve literatüre katkı sağlayacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

## 1. Literatür Taraması

Finansal krizlerin önemli makroekonomik sonuçlarını takiben, sistemik risk kavramı literatürde önemli hale gelmiştir. Büyük ölçekli finansal kurumların risk eğilimleri, bulaşıcılık ve yayılma etkileri farklı analiz yöntemleri kullanılarak çeşitli ampirik araştırmalara konu olmuştur. Çalışmalar, ağırlıklı olarak ülke bazında sistematik risk ölçümleri ya da sistemik riski etkileyen faktörler üzerine gerçekleştirilmiştir. Sistemik riskin incelendiği çeşitli çalışmalarda ulaşılan bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Darby (1997), çalışmasında global finansal sistem içerisinde tezgahüstü türev piyasalar ile sistemik risk arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İnceleme neticesinde, yüksek işlem hacmine ulaşan türev araçların sistemik riski azaltabilmek için kullanılabilecek bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Duca vd, (2011), çalışmalarında sistemik riskleri değerlendirmek ve örnek dışı sistemik olayları tahmin etmek, yani potansiyel gerçek maliyetlerle yüksek finansal istikrarsızlık dönemleri için bir çerçeve oluşturmayı amaçlamışlardır. Sistemik olayların öngörülebilmesinde tek başına olan ve bileşik olan göstergeleri test etmişlerdir. Bu doğrultuda yerel ve küresel olan makro-finance kırılganlıkların dikkate alınmasının, sistemik olayların öngörülmesinde ayrık seçim modellerinin performansını önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda modelin Ağustos 2007’ para piyasası gerginliklerinin ortaya çıkmasından 5 çeyrek önce ABD için erken uyarı sinyali vereceğini bulmuşlardır.

Brunnermeier vd. (2012), bankaların faiz dışı gelirleri ile sistemik risk arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, faiz dışı gelirleri yüksek olan bankaların diğer bankalara göre sistemik riskten daha fazla etkilendikleri ortaya çıkarılmıştır. Yatırım bankacılığı ve risk sermayesinin aynı düzeylerde sistemik risk ile ilişkili olduğu da belirlenmiştir.

Pais ve Storck (2013) çalışmalarında banka büyüklüğü ile sistemik risk arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, büyük ölçekli bankaların sistemik riskten daha fazla etkilendikleri ve küresel kriz sonrasında tüm bankalar için sistemik riskin arttığı da belirlenmiştir.

Chen vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, bankalar ve sigorta şirketleri arasındaki sistemik risk bağlantısı incelenmiştir. Nedensellik analizi sonucunda sigorta şirketleri ile bankalar arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca çalışmada, koşullu değişen varyans modellemesi ile bankaların sigorta şirketleri üzerindeki etkisinin daha güçlü ve kalıcı olduğu belirlenirken, bankaların sigorta şirketleri için sistemik risk unsuru olduğu da belirlenmiştir.

Anginer vd. (2014) çalışmalarında bankalar arasındaki rekabetin sistematik risk üzerindeki etkisi incelemişlerdir. Çalışmada, bankalar arasındaki rekabet düzeyi ile sistematik risk arasında negatif ilişki tespit edilirken, rekabetin olumsuz etkilerinin finansal kurumların kamu ve özel olarak izlenmesi ile güçlü bir kurumsal ortam aracılığıyla hafifletilebileceği de tespit edilmiştir.

Straetmans ve Chaudhry (2015) çalışmalarında kuyruk riski ile sistemik risk arasındaki ilişkiyi küresel kriz bağlamında ABD ve Avrupa bölgesi için incelemişlerdir. Çalışmada, kuyruk ve sistemik risklerin her iki bölge için de zaman içerisinde artış gösterdiği ve bu risklerin ABD'de Avrupa'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Jonghe vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada faiz dışı gelirlerin banka büyüklüğü, faaliyet alanı ve sistemik risk üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, faiz dışı gelirlerin sistemik risk üzerindeki etkisinin banka büyüklüğüne ve faaliyet alanına göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca faiz dışı gelirlerin, büyük ölçekli bankaların sistemik risklerini azaltırken, küçük ölçekli bankaların ise artırdığı da belirlenmiştir.

Iqbal vd. (2015) çalışmalarında, kurumsal yönetim ile sistemik risk arasındaki ilişki finansal kurumlar esas alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, kurumsal yönetim düzeyi yüksek olan finansal kurumlarda sistemik risklerin daha fazla olduğu ve iyi kurumsal yönetim uygulamalarının sistemik riski teşvik ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Kubinschi ve Barnea (2016), çalışmalarında zamana göre değişen Parametre Vektörü kullanılarak tahmin edilen, deneysel bir makro-finance modelde sistemik finansal şok aktarım mekanizması analiz edilmektedir. Bu doğrultuda Euro Bölgesi finansal piyasalarından kaynaklanan sistemik riski ölçen Sistemik Riskin Kompozit Göstergesi (CISS) endeksi kullanılmıştır. Stokastik oynaklık ile otoregresyon (TVP-VAR) analizi yapılan çalışma sonucunda ekonomilerin finansal krizin patlak vermesinden sonra sistemik risk şoklarına karşı daha az duyarlı olmasına rağmen, son yıllarda analiz edilen ülkeler arasında ortak bir gelişme getirdiğini, temel makroekonomik göstergelerin bu şoklara karşı daha savunmasız görüldüğünü tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, finansal kurumlar arasındaki karşılıklı bağlantının, risk paylaşım mekanizmasını pratik olarak bulaşıcı bir iletim ağına dönüştürerek potansiyel olarak sistemik olaylara yol açan, ikinci turda önemli etkilere yol açabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Leaven vd. (2016) çalışmalarında banka büyüklüğü, sermayesi ve sistemik risk arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Ayrıca, 2008 küresel kriz esnasında büyük ölçekli bankaların sistemik risk unsurlarının belirlenerek aralarındaki farklılıklar da araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, sistemik risk ile banka büyüklüğü arasında doğrusal pozitif bir ilişkinin olduğu buna karşılık banka sermayesi ile ters yönlü bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Sistemik risk etkisinin bankaların maruz kaldıkları diğer bağımsız risklerden daha etkili olduğu ve banka sermayesinin artırılarak sistemik riskin olumsuz etkilerinin azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

## 2. Metodoloji

Bankacılık sisteminde ortaya çıkan ve ekonomiyi olumsuz etkileyerek yıkıcı etkilere yol açabilecek sistemik riskin Türkiye bankacılık sektörü üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak,

çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, sistemik riskin ölçütü olarak Avrupa Merkez Bankası tarafından oluşturulan Sistemik riskin Kompozit Göstergesi (Systemic Risk Composite Indicator-CISS) esas alınırken, Türkiye bankacılık sektörü ise Borsa İstanbul (BIST) Banka Endeksi kapanış fiyatları ve endeks getirisi ile temsil edilmiştir. Her iki endekse ilişkin 18.01.1999 ile 31.12.2018 dönemindeki haftalık veriler, analiz kapsamında incelenmiştir. CISS endeksine ilişkin veriler, Avrupa Merkez Bankası <http://sdw.ecb.europa.eu> veri tabanından elde edilirken; BIST Banka Endeks verilerine ise investing.com veri tabanından ulaşılmıştır. Endekslere ilişkin kapanış değerleri doğrultusunda hesaplanan sürekli getiriler ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve serilerin analizi için dönüşümü sağlanmıştır.

$$R_t = \ln(P_t / P_{t-1}) \quad (1)$$

Çalışmada öncelikle, sistemik risk ve banka endekslerine ilişkin volatilité modellemeleri simetrik ve asimetric modeller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, volatilité yapısının belirlenebilmesi için ilk olarak serilerin durağanlıkları diğér bir deyişle birim kök içerip içermedikleri, Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen ‘Genişletilmiş Dickey-Fuller’ (ADF) ve Phillips Perron (1988) tarafından geliştirilen Phillips Perron (PP) testleri ile araştırılmıştır. Sonrasında volatilité modellemesi için en uygun başlangıç ARMA modeli, Schwarz bilgi kriteri ile gecikme uzunluğuna göre belirlenmiştir. Hata terimlerine ilişkin değışen varyans, Engle (1982) ARCH LM testi ile sınanırken; otokorelasyon ise korelogram Q testi ile sınanmıştır. Volatilité modellemesi için bir diğér varsayım ise serilerin doğrusal olmayan unsurlar içerip içermediklerinin belirlenmesidir. Ramsey (1969) RESET ve Brock, Dechert ve Scheinkman (1987) BDS testleri ile serilerdeki doğrusal olmayan unsurların varlığı araştırılmıştır.

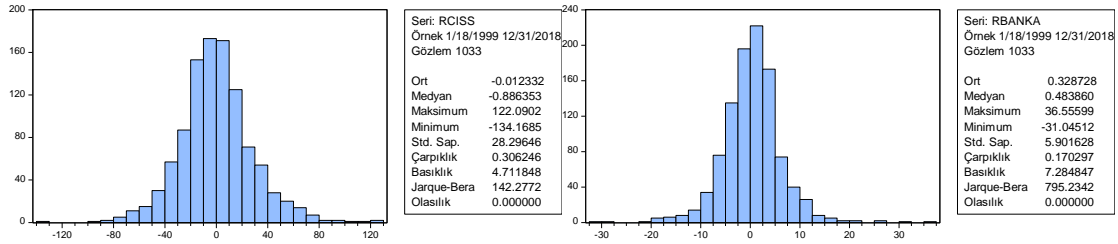
Volatilité modellemesi için endekslere ait zaman serilerine ilişkin sınamalar sonrasında volatilité modelleri ile sınamalar gerçekleştirilmiş ve katsayılar tespit edilmiştir. Ardından modeller vasıtasıyla ulaşılan katsayı ve koşullar kapsamında modeller arasında kıyaslama yapılarak geçerli volatilité modeli belirlenmiştir. Sistemik risk ile BIST banka endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkinin analiz edilebilmesi için volatilité modellemesi yapılan serilerin koşullu varyanslarının karekökü (koşullu standart sapmalar) serileri bağımlı ve açıklayıcı değışken olarak modele dahil edilmiştir (Smith, 2012). Sistemik risk endeksi ile banka endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi belirleyebilmek için Engle-Granger (1987) ve Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Johansen eşbütünleşme testi, eşbütünleşme vektörlerinin sayısını belirleyebilmek için maksimum özdeğer ve iz istatistikleri olmak üzere iki farklı istatistik ileri sürmektedir. Bu testte eşbütünleşme ile değışkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin analiz edilmesinde gecikme sayısının seçimi VAR’da oldukça önemlidir. Gecikme uzunluğu, Schwarz Bilgi Kriteri ile belirlenirken, VAR’da uygun gecikme uzunluğu 1’dir. Engle ve Granger (1987) eşbütünleşme testi ise aynı derecede durağan iki değışken arasındaki koentegrasyon analizine dayanmaktadır.

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinden sonra, seriler arasındaki tek/çift yönlü nedensellik ilişkilerinin belirlenebilmesi için çalışmada, Granger (1969) nedensellik testi kullanılmıştır. Granger nedensellik testi, açıklayıcı değışkenin gecikmeli değerlerine ait hesaplanan katsayıların grup halinde sifıra eşitliğı dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.

### 3. Ampirik Bulgular

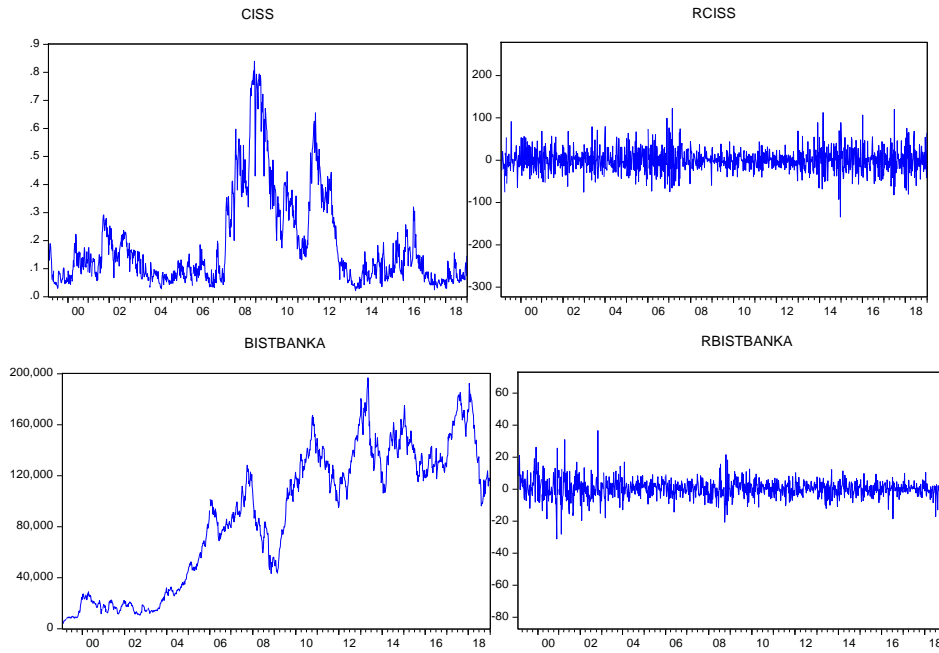
Sistemik risk ve BIST endekslerine ait volatilité modellemesi ve koşullu varyans serilerinin elde edilebilmesi için öncelikle serilerde birim kök sürecinin araştırılması gerekmektedir. Serilerin durağan olup olmadığına ilişkin birim kök testlerinden önce endekslere ait tanımlayıcı istatistikler ve fiyat-getiri serilerinin zaman yolu grafikleri incelenmiştir. Serilere ilişkin grafikler incelenerek durağanlık gözlemlenebilmektedir. Endeks serilerine ait tanımlayıcı istatistiklere Şekil 1’de, fiyat ve getiri grafikleri ise Şekil 2’de sunulmaktadır.

Şekil 1. Tanımlayıcı istatistikler



Endeks serilerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları incelendiğinde, sistemik risk endeks ortalamasının negatif olduğu belirlenirken, banka endeks ortalamasının ise pozitif bir değere sahip olduğu görülmektedir. Basıklık, çarpıklık ve Jarque-Bera değerleri, serilerin normal dağılımına ilişkin bulgular sunmaktadır. Her iki endeks serisine dair hesaplanan basıklık ve çarpıklık katsayıları incelendiğinde, çarpıklık katsayılarının 0'dan büyük ve serilerin pozitif ve sağa çarpık olduğu belirlenmiştir. Basıklık katsayılarının da 3'ten büyük olduğu belirlenmiş ve serilerde kalın kuyruk durumunun olduğu tespit edilmiştir. Jarque-Bera olasılık değerlerine göre de serilerin normal dağılım göstermedikleri ortaya çıkarılmıştır. Serilerin birim kök testleri ile durağanlık sınavı öncesinde fiyat ve dönüşümü yapılmış getiri serilerinin zaman grafikleri Şekil 2'de gösterilmektedir.

Şekil 2. Endekslere ilişkin fiyat ve getiri grafikleri



CISS ve BIST Banka endekslerine ilişkin zaman serisi grafikleri incelendiğinde, CISS serisinde analiz dönemi içerisinde dalgalanmalar yaşandığı gözlemlenmektedir. Özellikle 2008 yılında CISS endeks değerinin yüksek düzeylere ulaştığı ve volatilité kümelenmelerinin gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun 2008'de gerçekleşen küresel finansal krizden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Volatilité modellemesi için kullanılan dönüşümü yapılmış seriler dikkate alındığında, serilerin durağan bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu grafiklerden sağlanan gözleme dayalı veriler, birim kök testlerinden sağlanacak bulgular ile desteklenebilmektedir. Bu doğrultuda, endeks serilerinin durağanlıklarına ilişkin ADF ve PP birim kök test sonuçları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Birim kök test sonuçları

CISS							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Sabit	ADF	Düzey	% 1	-3.436	-24.985	0.000	I(0)
			% 5	-2.864			
	PP	Düzey	% 10	-2.568	-59.092	0.000	I(0)
CISS							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Trend ve Sabit	ADF	Düzey	% 1	-3.966	-24.972	0.000	I(0)
			% 5	-3.414			
	PP	Düzey	% 10	-3.129	-59.058	0.000	I(0)
BIST BANKA							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Sabit	ADF	Düzey	% 1	-3.436	-32.780	0.000	I(0)
			% 5	-2.864			
	PP	Düzey	% 10	-2.568	-32.812	0.000	I(0)
BIST BANKA							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Trend ve Sabit	ADF	Düzey	% 1	-3.966	-32.887	0.000	I(0)
			% 5	-3.414			
	PP	Düzey	% 10	-3.129	-32.892	0.000	I(0)

$H_0$ =Birim Kök Vardır.  $H_1$ =Birim Kök Yoktur.

Tablo 1’de yer alan birim kök testi sonuçları değerlendirildiğinde, her iki endeks için sabit ve sabit/trendli modeller için hesaplanmış test istatistik olasılık değerlerinin kritik değerinin altında olduğu belirlenmiş ve “Birim Kök Vardır” sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, serilerin düzeyde durağan oldukları belirlenmiştir. Volatilité modellemesi için serilerin durağan olduğu belirlendikten sonra, oluşturulacak model için en uygun başlangıç modelinin tespit edilmesi gerekmektedir. Başlangıç modeli için en uygun ARMA modeli, 5. gecikmeye kadar oluşturulan kombinasyonlar ile Schwarz Bayesyan Bilgi Kriteri (SBIC) esas alınarak belirlenmiştir. SBIC bilgi kriteri sonuçları Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Schwarz bilgi kriterine göre ARMA (p/q) seçimi

CISS						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	9.529101	9.407909	9.406343	9.408835	9.415545	9.421100
1	9.442673	9.403628	9.407509	9.415523	9.422234	9.423770
2	9.426762	9.407995	9.413904	9.419284	9.423802	9.425911
3	9.416656	9.414598	9.421428	9.423193	9.423689	9.430170
4	9.420219	9.421997	9.425771	9.423737	9.430131	9.434630
5	9.426935	9.428118	9.426150	9.431715	9.431885	9.438441
BIST BANKA						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	6.394084	6.407165	6.406930	6.413236	6.419284	6.424450
1	6.407105	6.412114	6.412687	6.419374	6.425628	6.429905
2	6.406845	6.412616	6.419334	6.426038	6.427441	6.436527
3	6.412805	6.419334	6.425420	6.427314	6.433749	6.440555
4	6.419409	6.426016	6.427358	6.431227	6.429523	6.435573
5	6.425079	6.430501	6.433648	6.438307	6.435191	6.449736

SBIC bilgi kriteri esas alınarak belirlenen gecikme uzunlukları doğrultusunda CISS endeksi için en düşük katsayı ARMA(1,1) modelinde 9.403628 olarak hesaplanırken; BIST

Banka endeksi için ise ARMA(0,0) modelinde 6.394084 olarak hesaplanmıştır. Volatilite için ARMA modellerinin tespiti sonrasında bu modellerde değişen varyans, otokorelasyon ve serilerde doğrusal olmayan unsurların varlığının olup olmadığı test edilmelidir. Bu bağlamda hata terimlerine ilişkin değişen varyans, Engle (1982) ARCH LM testi ile incelenmiştir. Test sonuçları, Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. ARCH LM değişen varyans test sonuçları

CISS				
ARMA (1,1)	F İsta.	F İsta. Anlam.	Göz. R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Anlam.
1.Gecikme	7.156405	0.0076	7.120825	0.0076
5.Gecikme	6.349579	0.0000	30.97215	0.0000
10.Gecikme	4.475692	0.0000	43.32721	0.0000
20.Gecikme	3.120392	0.0000	59.95701	0.0000
30.Gecikme	2.508529	0.0000	72.07563	0.0000
BIST BANKA				
ARMA (0,0)	F İsta.	F İsta. Anlam.	Göz. R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Anlam.
1.Gecikme	32.18667	0.0000	31.27195	0.0000
5.Gecikme	8.480729	0.0000	40.95340	0.0000
10.Gecikme	7.047050	0.0000	66.59888	0.0000
20.Gecikme	6.724131	0.0000	120.9347	0.0000
30.Gecikme	4.787105	0.0000	129.1164	0.0000

Değişen varyans test sonuçları incelendiğinde, her iki endeks serisi için de hesaplanan test olasılık değerlerinin kritik değerin altında olduğu belirlenmiş ve sıfır hipotezi olan değişen varyans yoktur reddedilmiştir. Dolayısıyla her iki seri için de değişen varyansın varlığı belirlenmiştir. Otokorelasyon ise korelogram Q testi ile sınanmıştır. Otokorelasyon test sonuçları, Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Hata terimleri korelogramları

CISS					
ARMA (1,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.008	0.008	0.004	0.010	0.031
PAC	-0.008	0.010	0.010	0.020	0.035
Q-İstatistik	0.0643	1.8983	13.391	23.085	31.126
Olasılık	-	0.594	0.099	0.187	0.312
BIST BANKA					
ARMA (0,0)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.020	0.035	-0.018	-0.026	0.019
PAC	-0.020	0.032	-0.013	-0.016	0.026
Q-İstatistik	0.4300	9.7687	14.073	22.060	33.730
Olasılık	0.512	0.082	0.170	0.337	0.292

Q istatistiği değerleri değerlendirildiğinde, endeksler için farklı gecikme değerlerinde olasılık değerlerinin 0.10 anlamlılık düzeyinde otokorelasyona işaret ettiği görülmektedir. Ayrıca CISS endeksi için tabloda yer almayan 6, 7 ve 8. gecikme değerleri için hesaplanan olasılık değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu gözlemlenirken; Banka endeksi için ise 2 ile 6. gecikme değerleri için de aynı durum gözlemlenmiştir. Bu bağlamda her iki endeks serisi için de otokorelasyon sorununun varlığı tespit edilmiştir. Volatilite modellenmesine geçmeden önce diğer bir varsayım ise serilerde doğrusal olmayan unsurların olup olmadığının incelenmesidir. Doğrusal olmayan unsurların varlığı için RESET ve BDS testleri uygulanmıştır. Analiz sonuçları, Tablo 5 ve Tablo 6'da sunulmaktadır.



Tablo 5. Ramsey reset doğrusallık test sonuçları

Seri	ARMA (1,1)	Değer	Olas. Değeri
CISS	t-istatistik	4.360964	0.0000
	F-istatistik	51.91408	0.0000
BIST BANKA	ARMA (0,0)	Değer	Olas. Değeri
	t-istatistik	-	-
	F-istatistik	-	-

Tablo 5’te yer alan Ramsey Reset doğrusallık test sonuçlarına göre CISS serisi için olasılık değerlerinin kritik değerinin altında olduğu belirlenmiş ve seride doğrusal olmayan unsurların varlığı ortaya çıkarılmıştır. Banka endeksi için ise RESET testi, ARMA modeli işletilemediğinden sonuç verememiştir. Ancak banka endeks serisi için BDS test sonuçları Tablo 6’da hesaplanmıştır.

Tablo 6. BDS testi sonuçları

	Boyut	BDS İsta.	Std. Hata	z-ista.	Olas. Değ.
CISS	2	0.021088	0.002561	8.233050	0.0000
	3	0.037497	0.004063	9.228252	0.0000
	4	0.046512	0.004830	9.630685	0.0000
	5	0.050353	0.005024	10.02194	0.0000
	6	0.050159	0.004836	10.37168	0.0000
BIST BANKA	Boyut	BDS İsta.	Std. Hata	z-ista.	Olas. Değ.
	2	0.013445	0.002698	4.982522	0.0000
	3	0.025332	0.004281	5.916694	0.0000
	4	0.034549	0.005090	6.787066	0.0000
	5	0.038120	0.005297	7.196087	0.0000
6	0.038992	0.005101	7.644496	0.0000	

BDS test sonuçları değerlendirildiğinde ise her iki seri için hesaplanan olasılık değerlerinin kritik değerinin altında olduğu ve serilerde doğrusal unsurların olmadığına ilişkin sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, her iki endeks serisinde de doğrusal olmayan unsurların var olduğu ortaya çıkarılmıştır. BDS testinde elde edilen sonuçlar, RESET testinde ulaşılan kısmi sonuçları desteklemektedir.

Volatilite modellemesi için simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modelleri çalışma kapsamında incelenmiş ve seriler için en doğru volatilite modeli belirlenmiştir. Bu doğrultuda modellere ilişkin anlamlılık ve parametre kısıt koşulları doğrultusunda geçerli oldukları belirlenen ARCH ve GARCH simetrik modelleri ile EGARCH ve APGARCH asimetrik modelleri kullanılmıştır. CISS ve BIST Banka endeksleri için volatilite tahmin sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Volatilite model sonuçları

Seri	Modeller	Katsayılar							
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\gamma_1$
CISS ARMA(1,1)	ARCH (p=1)	525.86***	0.222***	-	-	-	-	-	-
	ARCH (p=2)	560.10***	0.150***	0.050**	-	-	-	-	-
	ARCH (p=3)	586.77***	0.133***	0.044**	0.038**	-	-	-	-
BISTBANKA ARMA(0,0)	ARCH (p=1)	26.789***	0.244***	-	-	-	-	-	-
	ARCH (p=2)	22.194***	0.171***	0.218***	-	-	-	-	-
	ARCH (p=3)	19.323***	0.165***	0.186***	0.127***	-	-	-	-
	ARCH (p=4)	18.381***	0.136***	0.160***	0.124***	0.074***	-	-	-

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$$

Seri	Modeller	Katsayılar							
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\gamma_1$
BISTBANKA ARMA(0,0)	GARCH (p=1, q=1)	0.368***	0.049***	-	-	0.938***	-	-	-

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

Seri	Modeller	Katsayılar							
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\gamma_1$
BISTBANKA	EGARCH (p=1, q=1)	-0.035***	0.071***	-	-	0.994***	-	-	-0.037***
ARMA(0,0)	EGARCH (p=2, q=1)	-0.028***	0.187***	0.130***	-	0.995***	-	-	-0.036***

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$$

Seri	Modeller	Katsayılar							
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\gamma_1$
BISTBANKA	APGARCH (p=1, q=1)	0.031***	0.035***	-	-	0.966***	-	-	0.564***
ARMA(0,0)									

$$\sigma_t^d = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i})^d + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^d$$

Farklı derecelerde ARCH, GARCH, TARCH, IGARCH, EGARCH, PGARCH modelleri uygulanmıştır. Tablo 7’de kısıtlan sağlayan model sonuçlarını yer almaktadır. \*\*\* %1, \*\* %5 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Volatilité tahmin sonuçlarına göre CISS endeksi için anlamlılık ve parametre kısıt koşullarını sağlayan ARCH(1), ARCH(2) ve ARCH(3) modellerinin geçerli olduğu, BIST Banka endeksi için ise GARCH(1,1), EGARCH(1,1), EGARCH(2,1) ve APGARCH(1,1) modellerinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Her iki endeks için geçerli olan modellerin, serilerde varlığı tespit edilen değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarını çözüp çözmediğine ilişkin sonuçlar, Tablo 8 ve Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 8. ARCH LM değişen varyans test sonuçları

SERİ	ARCH (1)	F İsta.	F İsta. Olas.	Gözlenen R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Olasılık
CISS ARMA(1,1)	ARCH (1)	2.240623	0.1347	2.240100	0.1345
	ARCH (2)	0.244542	0.6211	0.244959	0.6206
	ARCH (3)	3.708770	0.0544	3.702633	0.0543
BISTBANKA ARMA(0,0)	ARCH (1)	F İsta.	F İsta. Olas.	Gözlenen R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Olasılık
	ARCH (1)	0.590960	0.4422	0.591768	0.4417
	ARCH (2)	0.211232	0.6459	0.211599	0.6455
	ARCH (3)	0.307993	0.5790	0.308499	0.5786
	ARCH (4)	0.080057	0.7773	0.080206	0.7770
	GARCH (1,1)	0.511733	0.4746	0.512472	0.4741
	EGARCH (1,1)	1.342807	0.2468	1.343663	0.2464
	EGARCH (2,1)	0.011006	0.9165	0.011028	0.9164
	APGARCH (1,1)	1.617738	0.2037	1.618338	0.2033

ARCH LM test sonuçları incelendiğinde, iki endeks için de tüm volatilité modellerinde değişen varyans sorununun çözüldüğü tespit edilmiştir.

Tablo 9. Hata terimleri korelogramları

SERİ	ARCH (1)	AC	PAC	Q-İstatistik	Olasılık
CISS ARMA(1,1)	ARCH (1)	-0.047	-0.047	2.242	0.134
	ARCH (2)	-0.015	-0.015	0.245	0.621
	ARCH (3)	0.060	0.060	3.700	0.054
BISTBANKA ARMA(0,0)	ARCH (1)	AC	PAC	Q-İstatistik	Olasılık
	ARCH (1)	-0.024	-0.024	0.5940	0.441
	ARCH (2)	-0.014	-0.014	0.2124	0.645
	ARCH (3)	-0.017	-0.017	0.3096	0.578
	ARCH (4)	-0.009	-0.009	0.0805	0.777
	GARCH (1,1)	0.022	0.022	0.5143	0.473
	EGARCH (1,1)	0.036	0.036	1.3485	0.246
	EGARCH (2,1)	-0.003	-0.003	0.0111	0.916
	APGARCH (1,1)	0.040	0.040	1.6242	0.203

Korelogram test sonuçlarına göre, iki endeks için de tüm volatilité modellerinde otokorelasyon sorununun da çözüldüğü tespit edilmiş ve modellerin geçerli oldukları belirlenmiştir. CISS ve Banka endeksleri için volatilité modellemesi için hangi modelin en uygun olduğuna ise Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC), Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) katsayıları ile karar verilebilmektedir. Çalışmada, RMSE katsayıları esas alınarak, volatilité modeli tespit edilmiştir. Test sonuçları Tablo 10'da sunulmaktadır.

Tablo 10. Volatilité modeli karşılaştırmaları

Seri	Modeller	Theil	RMSE	MAE
CISS	ARCH (1)	0.982895	28.28908	21.12265
	ARCH (2)	0.986664	28.22874	21.12510
	ARCH (3)	0.999766	28.28673	21.13915
BISTBANKA	ARCH (1)	0.947145	5.898777	4.224809
	ARCH (2)	0.949031	5.898809	4.225179
	ARCH (3)	0.958278	5.899320	4.227221
	ARCH (4)	0.962414	5.899733	4.228183
	GARCH (1,1)	0.948926	5.898806	4.225158
	EGARCH (1,1)	0.961243	5.899605	4.227906
	EGARCH (2,1)	0.965083	5.900056	4.228856
	APGARCH (1,1)	0.961881	5.899673	4.228057

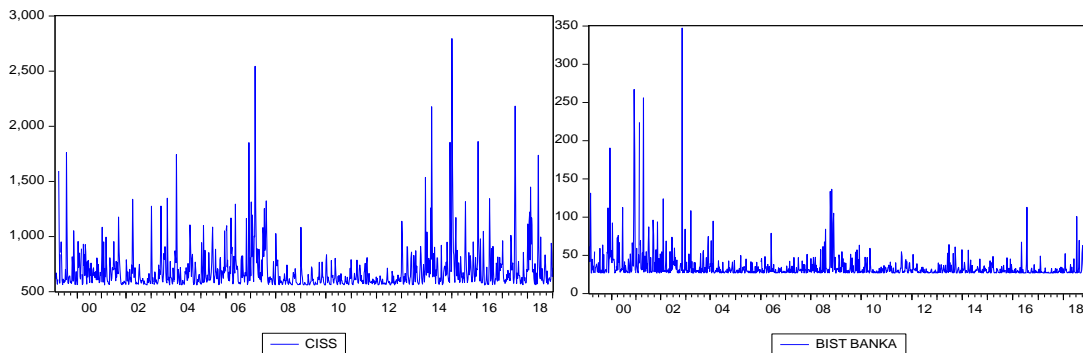
CISS ve Banka endeksleri için RMSE katsayıları incelendiğinde, CISS için en düşük RMSE değeri 28.22874 olarak ARCH(2) modeli olarak belirlenirken; Banka endeksi için en düşük RMSE değeri ise ARCH(1) modelinde 5.898777 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda endeksler için volatilité tahmin sonuçlarına ilişkin katsayılar Tablo 11'de sunulmaktadır.

Tablo 11. Volatilité tahmin sonuçları

CISS	Modeller	Katsayılar							
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\gamma_1$
	ARCH (p=2)	560.10***	0.150***	0.050**	-	-	-	-	-
BISTBANKA	ARCH (p=1)	26.789***	0.244***	-	-	-	-	-	-

ARCH terimi kısa dönem koşullu varyansı ifade etmektedir. ARCH modelinin geçerli olabilmesi için  $\alpha_0$  katsayısının sıfırdan büyük ve anlamlı olması gerekirken, modeldeki ARCH etkisini ifade eden  $\alpha_1$  katsayısının ise 1'den küçük ve anlamlı olması gerekmektedir. Ayrıca katsayı değerlerinin pozitif olması da ARCH modelinin geçerliliği için ön koşullardır. CISS endeksi ARCH(2) ve BIST Banka endeksi ARCH(1) modelleri için tüm kısıtların sağlandığı görülmektedir. CISS ve Banka endeksleri için geçmiş dönemli şokların cari dönemdeki volatilitéyi etkilediği ve volatilitéye yol açan şokların uzun hafıza özelliği göstermeyerek kısa vadeli etki gösterdiği belirlenmiştir. Endeks serilerine ait volatilité modelleri doğrultusunda elde edilen koşullu varyans grafikleri Şekil 3'te gösterilmektedir.

Şekil 3. Endeks Serilerinin Koşullu Varyans Grafikleri



Koşullu varyans grafikleri incelendiğinde, analiz edilen dönem içerisinde CISS endeksi için varyansın en yüksek olduğu yıllar 2007 ve 2014'tür. 2007 yılında varyansın yüksek olmasının ve volatilitenin kümelenmelerinin bu dönemde gerçekleşmesinin 2008 küresel finansal krizinin etkisinden kaynaklandığını söylemek mümkündür.

CISS endeksi ile BIST banka endeksi arasındaki uzun dönemli ilişkinin analiz edilebilmesi için volatilitenin modellenmesi yapılan serilerin koşullu varyanslarının karekökü (koşullu standart sapmalar) serileri bağımlı ve açıklayıcı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Endeksler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenebilmesi için öncelikle volatilitenin modellenmesi sonucunda elde edilen yeni serilerin durağanlıklarının sağlanması gerekmektedir. Zaman serilerinin durağanlık analizi, ADF ve PP birim kök testleri ile gerçekleştirilmiştir. Birim kök testi sonuçları, Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. Koşullu standart sapma serilerinin birim kök test sonuçları

CISS							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Sabit	ADF	Düzye	% 1	-3.436	-20.012***	0.000	I(0)
			% 5	-2.864			
	PP	Düzye	% 10	-2.568	-21.350***	0.000	I(0)
CISS							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Trend ve Sabit	ADF	Düzye	% 1	-3.966	-20.032***	0.000	I(0)
			% 5	-3.414			
	PP	Düzye	% 10	-3.129	-21.345***	0.000	I(0)
BIST BANKA							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Sabit	ADF	Düzye	% 1	-3.436	-9.392***	0.000	I(0)
			% 5	-2.864			
	PP	Düzye	% 10	-2.568	-30.444***	0.000	I(0)
BIST BANKA							
	Test	Fark	%	Krit. Değ.	t-ista.	Olas. Değ.	Karar
Trend ve Sabit	ADF	Düzye	% 1	-3.966	-27.890***	0.000	I(0)
			% 5	-3.414			
	PP	Düzye	% 10	-3.129	-29.488***	0.000	I(0)

$H_0$ =Birim Kök Vardır.  $H_1$ =Birim Kök Yoktur.

\*\*\* %1' de istatistiksel olarak anlamlıdır. \*\* %5' de istatistiksel olarak anlamlıdır.

ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre her iki endeks için hesaplanan test olasılık değerlerinin kritik değerin altında olduğu belirlenmiş ve sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, endeks serilerinin düzeyde I(0) oldukları tespit edilmiştir. Değişkenlerin zaman serisi özellikleri incelendikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı çalışmanın bir sonraki adımını oluşturmaktadır. CISS endeksi ile Banka endeksi arasındaki uzun dönemli ilişki, Johansen eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Johansen eşbütünleşme test sonuçları, Tablo 13'te sunulmaktadır.

Tablo 13. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları

İz İstatistiği				
Eşbütünleşik Vektör Sayısı	Özdeğer	İz İsta.	%5 Krit. Değ.	Olas. Değ.
r = 0	0.109838	228.4287	15.49471	0.0001
r ≤ 1	0.100639	108.9349	3.841466	0.0000
Maksimum Özdeğer İstatistiği				
Eşbütünleşik Vektör Sayısı	Özdeğer	İz İsta.	%5 Krit. Değ.	Olas. Değ.
r = 0	0.109838	119.4938	14.26460	0.0001
r ≤ 1	0.100639	108.9349	3.841466	0.0000
BISTBANKA = (0.02818) 0.055332CISS				

Johansen eşbütünleşme test sonuçları değerlendirildiğinde, iz ve maksimum özdeğer istatistik değerlerine göre CISS endeksi ile BIST Banka endeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı kointegrasyon (eşbütünleşme) ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen eşbütünleşik denkleme göre, uzun dönemde CISS endeksi ile BIST Banka endeksi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. CISS endeksi volatilité serisinde meydana gelen bir artış, BIST Banka endeks getiri volatilitésinde artışa yol açmaktadır. Diğer bir deyişle, sistemik risk endeksindeki değişimler Türk bankalarının pay getirilerinde oynaklığın artmasına neden olmaktadır.

Sistemik risk ve banka endeks getiri volatiliteleri arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi Engle-Granger yöntemi ile de analiz edilmiştir. Engle-Granger yöntemi, aynı derecede durağan iki değişken arasındaki koentegrasyon analizine dayanmaktadır. Engle-Granger iki aşamalı eşbütünleşme testinde öncelikle model En Küçük Kareler (EKK) metoduyla tahminlenmekte ve ardından kalıntılara uygulanan ADF birim kök testi ile eğer kalıntılar düzeyde durağanlık seviyelerine göre eşbütünleşmeye karar verilmekte, diğer durumda ise eşbütünleşme bulunmadığına karar verilmektedir. Engle-Granger test sonuçları Tablo 14’te gösterilmektedir.

Tablo 14. Engle-Granger koentegrasyon testi

Bağımlı Değişken	tau-istatistiği	Olasılık*	z-istatistiği	Olasılık*
BIST BANKA	-9.404014	0.0000	-265.7946	0.0000

\*MacKinnon (1996) p-değerleri.

Engle-Granger eşbütünleşme test sonuçlarına göre, hesaplanan olasılık değerlerin kritik değerinin altında olduğu ve “eşbütünleşme yoktur” hipotezinin reddedilerek değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Aynı zamanda EKK ile tahmin edilen modelden kalıntılara uygulanan DF ve ADF birim kök testlerine göre kalıntıların düzeyde durağan oldukları belirlenmiş ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Aralarında uzun dönemli ilişki bulunan sistemik risk volatilitésini ile banka endeks getiri volatilitésini arasındaki nedensellik ilişkisinin yönü Granger nedensellik analizi ile araştırılmıştır. Nedensellik analiz sonuçları Tablo 15’te yer almaktadır.

Tablo 15. Granger nedensellik test sonuçları

H <sub>0</sub> Hipotezi	F istatistiği	Olasılık Değeri	Lag	Sonuç
BIST BANKA Granger nedeni değildir CISS	0.99075	0.3198	1	BIST BANKA, CISS’ın Granger Nedeni Değildir
CISS Granger nedeni değildir BIST BANKA	5.03098	0.0251**	1	CISS, BIST BANKA’nın Granger Nedenidir

Granger nedensellik analiz sonuçlarına göre, CISS sistemik risk endeks volatilitésinden, BIST Banka endeks getiri volatilitésine doğru 0.05 anlamlılık düzeyinde tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Buna karşın BIST Banka endeks getiri volatilitésinden, CISS sistemik risk endeks volatilitésine doğru bir nedensellik ilişkisine ise rastlanılmamıştır. Bu durum

BIST’te payları işlem gören bankaların sistemik riskten ve sistemik risk volatilitesinden olumsuz etkilendiği anlaşılmaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Finansal sistem içerisindeki temel unsurlar olan aracı kuruluşlar, finansal araçlar ve piyasalarda meydana gelen aksaklık ve bozulmalar sonucunda dolaylı veya doğrudan yayılım gösteren ve geniş çaplı sorunlara yol açan risk, sistemik risk olarak ifade edilmektedir. Sistemik risk, finansal nitelikte başlayıp sonrasında reel sektör ve ekonominin genel işleyişini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dolayısıyla sistemik riskin ölçülmesi, sistemik riski etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu riskin ülkelerin bankacılık sektörlerine olan yayılımının araştırılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda Holló, Kremer and Lo Duca (2012), tarafından “Sistemik Riskin Kompozit Göstergesi” veya sadece “CISS” olarak adlandırılan yeni bir finansal risk endeksi oluşturulmuş ve bu endeks sistemik risk göstergesi olarak literatürde kabul görmüştür. CISS endeksi, finansal sistemdeki istikrarsızlık durumunu, mevcut sürtünme seviyesini ve gerilmeleri ölçmek ve bunu sürekli olarak bir tek istatistiksel değer olarak sunmaktadır.

Çalışmada, sistemik riskin Türkiye bankacılık sektörü üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, 18.01.1999 ile 31.12.2018 dönemi için CISS sistemik risk endeksi volatilitesi ile BIST Banka Endeksi getiri volatilitesi arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda öncelikle her iki endeksin volatiliteleri modellenmiştir. CISS endeksi için ARCH(2), BIST Banka endeksi için ise ARCH(1) simetrik koşullu değişen varyans modelleri ile volatiliteleri modellenmiştir. CISS ve Banka endeksleri için geçmiş dönemli şokların cari dönemdeki volatiliteleri etkilediği ve volatilitelere yol açan şokların uzun hafıza özelliği göstermeyerek kısa vadeli etki gösterdiği belirlenmiştir. Türk bankalarının sermaye yeterlilik rasyosunun ortalamadan daha yüksek tutulması ve 2008 küresel finansal krizin Türkiye bankacılık sektörünü nitekim daha az etkilediği dikkate alındığında ulaşılan bulguların tutarlı olduğu düşünülmektedir.

CISS endeksi ile Banka endeksi arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin analiz edilebilmesi için endekslere ilişkin volatiliteleri modellemeleri sonucunda, serilerin koşullu varyanslarının karekökü (koşullu standart sapmalar) hesaplanarak yeni seriler oluşturulmuştur. Bu seriler, bağımlı ve açıklayıcı değişken olarak modele dâhil edilmiş ve uzun dönemli ilişki analiz edilmiştir. CISS endeksi ile Banka endeksi arasındaki uzun dönemli ilişki, Engle-Granger (1987) ve Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşme testleri ile araştırılırken; seriler arasındaki tek/çift yönlü nedensellik ilişkileri ise Granger (1969) nedensellik testi ile araştırılmıştır. Analizler neticesinde, CISS endeksi ile BIST Banka endeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı kointegrasyon (eşbütünleşme) ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Eşbütünleşik denkleme göre, uzun dönemde CISS endeksi ile BIST Banka endeksi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. CISS endeksi volatilitelerinde meydana gelen artış, BIST Banka endeksi getiri volatilitesinde artışa yol açmaktadır. Diğer bir deyişle, sistemik risk endeksindeki değişimler Türk bankalarının pay getirilerinde oynaklığın artmasına neden olmaktadır. Ayrıca çalışmada, CISS endeks volatilitesinden, Banka endeksi getiri volatilitesine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilirken; Banka endeksi getiri volatilitesinden, CISS endeks volatilitesine doğru herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Bu bağlamda, BIST’te payları işlem gören bankaların sistemik riskten ve sistemik risk volatilitesinden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre sistemik risk Türkiye bankacılık sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir. Finansal piyasalarda ortaya çıkabilecek sistemik risk faktörünün, bankaların getirilerinde oynaklığa yol açtığı tespit edilmiştir. Sistemik riskin ülkelerin ekonomik büyüme ve refah durumlarında yol açtığı olumsuz ve yıkıcı etkiler dikkate alındığında, finansal sistem içerisindeki politika yapıcıların ve özellikle bankacılık sektörünün sistemik risk unsurlarını göz önünde bulundurarak hareket etmeleri, finansal piyasalar ve ekonomik düzeni açısından önem

arz etmektedir. Bu çalışma, sistemik riski etkileyen temel faktörlerin incelenmesi, farklı sistemik risk endekslerinin ve farklı metodolojik yöntemlerin kullanılması suretiyle sonraki çalışmalarca geliştirilebileceği düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Anginer, D., Demirguc-Kunt, A. ve Zhu, M. (2014). How does competition affect bank systemic risk?. *J. Finan. Intermediation*, 23, 1–26.
- BIS-IMF-FSB (2009). Report to G20 Finance Ministers And Governors: Guidance to Assess The Systemic Importance of Financial Institutions, Markets And Instruments: Initial Considerations. <http://www.imf.org/external/np/g20/pdf/100109.pdf>, (Erişim: 23.01.2019).
- Brock, W., Dechert, W. ve Scheinkman, J. (1987). A test for independence based on the correlation dimension. *Working Paper*, University of Wisconsin at Madison, University of Houston, and University of Chicago.
- Brunnermeier, M. K., Dong, G. N. ve Palia, D. (2012). “Banks’ Non-interest Income And Systemic Risk”, AFA Chicago Meetings Paper. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1786738> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1786738>
- Chen, H., Cummins, J. D., Viswanathan, K. S. ve Weiss, M. A. (2013). Systemic risk and the interconnectedness between banks and insurers: An econometric analysis. *Journal of Risk and Insurance*, 81(3), 623-652.
- Darby, M. R. (1997). Over-the-counter derivatives and systematic risk to the global financial system. *Advances in International Banking and Finance*, 3(1), 215-235.
- De Jonghe, O., Diepstraten, M. ve Schepens, G. (2015). Banks’ size, scope and systemic risk: What role for conflicts of interest?. *Journal of Banking & Finance*, 61(1), 3-13.
- Dickey, D. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49, 1052-1072.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1008.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. J (1987). Co-integration and error-correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 251-276.
- Financial Stability Board (2011). Policy measures to adress systemically important financial institutions. [http://www.financialstabilityboard.org/publications/r\\_111104bb.pdf](http://www.financialstabilityboard.org/publications/r_111104bb.pdf), (Erişim: 23.01.2019)
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37, 424-438.
- Holló, D., Kremer, M. ve Lo Duca, M. (2012). CISS - a composite indicator of systemic stress in the financial system. *ECB Working Paper*, 1426, March, 1-49.
- Iqbal, J., Strobl, S. ve Vähämaa, S. (2015). Corporate governance and the systemic risk of financial institutions. *Journal of Economics and Business*, 82, 42-61.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Kilimci, E., Er, H. ve Çerçil, İ. (2015). Ekonomi notları, TCMB, <https://www.tcmb.gov.tr/>, 2015-04.
- Kubinsch, M, ve Barnea, D. (2016). Systemic risk impact on economic growth - the case of the cee countries. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, XIX(4), 79-94.

- Laeven, L., Ratnovski, L. ve Tong, H. (2016). Bank size, capital, and systemic risk: Some international evidence. *Journal of Banking & Finance*, 69(1), 25-34.
- Lo Duca, M. ve Peltonon, T. (2011). Macro-financial vulnerabilities and future financial stress assessing systemic risks and predicting systemic events. *ECB Working Paper*, 1311, March, 1-38.
- Pais, A. ve Stork, P. A. (2013). Bank size and systemic risk. *European Financial Management*, 19(3), 429–451.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biomètrika*, 75(2), 336-346.
- Ramsey J. B. (1969). Tests for specification errors in classical linear least squares regression analysis. *Journal of the Royal Statistical Society*, 31(2), 350–371.
- Smith, G. P. (2012). Google internet search activity and volatility prediction in the market for foreign currency. *Finance Research Letters*, 92, 103–110.
- Straetmans, S. ve Chaudhry, S. M. (2015). Tail risk and systemic risk of us and eurozone financial institutions in the wake of the global financial crisis. *Journal of International Money and Finance*, 58, 191-223.

#### ETİK ve BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine riayet edildiğini yazar(lar) beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.