



GELİŞMEKTE OLAN PİYASALARDA HETEROJEN PİYASA HİPOTEZİ BAĞLAMINDA VOLATİLİTENİN ANALİZİ

MEHMET ERKAN SOYKAN*

*Dr. Öğr. Üyesi, Kayseri Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, İşletme Yönetimi Programı, mehmeterkan.soykan@kayseri.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2329-4315>.

"HAR Volatility Modelling For A Selected Stock Exchange Soykan M. E. TOKYO SUMMIT-III 3rd international conference on innovative studies of contemporary sciences, Tokyo, Japonya, 19 - 21 Şubat 2021, ss.168"

ÖZ

Heterojen Piyasa Hipotezi (HPH) Müller vd. (1997) tarafınca ileri sürülmüştür. HPH finansal piyasanın heterojen yani homojen olmayan piyasa katılımcıları tarafından oluşturulduğunu iddia etmektedir. Bu makalede de MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi HPH bağlamında Corsi (2009) temel HAR uygulaması ile ele alınmakta ve sonuçlar yorumlanmaktadır. Temel HAR modeli 3 kısımdan meydana gelmektedir; günlük veya daha sık işlem sıklığına sahip kısa vadeli yatırımcılar; haftalık işlem sıklığına sahip orta vadeli yatırımcılar ve aylık veya daha az işlem sıklığına sahip uzun vadeli yatırımcılar. Sonuç olarak her ne kadar HAR modelleri daha çok uzun vade volatilité kalıcılığını ölçse de, analiz edilen seride üç denklemde de aylık katsayı anlamsız, haftalık ve günlük katsayı ise anlamlı çıktığından, bahsi geçen seride çok uzun vade, yani 1 hafta veya geç volatilité kalıcılığı görünmemektedir. Bu nedenle, bu piyasada esas belirleyicilerin orta ve kısa vadeli yatırımcılar olduğu sonucuna ulaşılabılır. Diğer bir ifadeyle, MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar endeksi sadece yüksek ve orta frekanslardan etkilenirken, düşük frekanslardan (aylık) etkilenmemektedir. Bahsi geçen endeksin genelde spekülâtif faaliyetlere maruz kalabileceği düşünüldüğünde, bu elde edilen sonuçlar bunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Heterojen Piyasa Hipotezi, HAR, Volatilité, MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar, Volatilité Kalıcılığı

Editör / Editor:

Ayşe CİNGÖZ,
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:

Mehmet Erkan SOYKAN,
mehmeterkan.soykan@kayseri.edu.tr

JEL:

G17, G14, C58

Geliş: 11 Haziran 2024

Received: June 11, 2024

Kabul: 14 Kasım 2024

Accepted: November 14, 2024

Yayın: 30 Aralık 2024

Published: December 30, 2024

Atıf / Cited as (APA):

Soykan, M. E. (2024),
Gelişmekte Olan Piyasalarda Heterojen Piyasa
Hipotezi Bağlamında Volatilitenin Analizi,
Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi, 69, 187-193,
doi: 10.18070/erciyesiibd.1499398

ANALYSIS OF VOLATILITY IN THE CONTEXT OF HETEROGENEOUS MARKET HYPOTHESIS IN EMERGING MARKETS

ABSTRACT

Heterogeneous Market Hypothesis (HMH) was suggested by Müller et al. (1997). HMH claims that financial market is formed by heterogeneous market participants. In this article, Corsi (2009) basic HAR application is discussed in context of HPH for MSCI Emerging Markets Index and results are interpreted. Basic HAR model consists of 3 parts; short-term traders with daily or more frequent trading frequency; medium-term traders with weekly trading frequency and long-term traders with monthly trading frequency or less. As a result, although HAR models mostly measure long-term volatility persistence, since monthly coefficient is insignificant and weekly and daily coefficients are significant in all three equations in analysed series, very long term, ie 1 week or late volatility persistence does not appear in the series in question. Therefore, it can be concluded that main determinants in this market are medium and short-term investors. In other words; while MSCI Emerging Markets Index is only affected by high and medium frequencies, it is not affected by low frequencies (monthly). Considering that mentioned index may be exposed to speculative activities in general, these results support this.

Keywords: Heterogeneous Market Hypothesis, HAR, Volatility, MSCI Emerging Markets Index, Volatility Persistence

GİRİŞ

Son yıllardaki finansal piyasalardaki hızlı büyüme ve kullanılan finansal araçların devamlı olarak geliştirilmesi ile volatilitenin tahmininin yapılması ihtiyaç halini almıştır. Hisse senetlerinin günlük getirilerinin tahmini oldukça zordur, fakat bunun aksine getirilerin volatilitésinin tahmini buna kıyasla çok daha kolaydır. Bu nedenlerle, özellikle son 20-25 yılda volatilitenin modellenmesi akademik çalışmalarda yer almaya başlamıştır. Finansal volatilitenin modellenmesi risk yönetimi ve fiyatlama teorilerinde de önemli yer tutmaktadır (McAleer ve Medeiros, 2008). Bunun dışında kalıcı volatilité ekonomik olaylarda her zaman karşılaşılabileceğimiz ve gözlemleyebileceğimiz olgulardan birisidir. Bu yüzden kalıcı volatilitenin tespiti ve tahmini de finansal ekonometri alanındaki makalelerde ilgi çeken konulardan birisidir ve volatilité finansal risk ölçümünden varlık fiyatlamaya kadar birçok alanda büyük önem taşımaktadır (Huang vd., 2013, s.1).

Finansal makalelerde volatilitéyi hesaplamak için genellikle koşullu ortalama ve koşullu varyans modellerinden faydalanılmaktadır. Volatilitenin tahmini için ARCH ve stokastik volatilité yaklaşımları oldukça sık kullanılmaktadır. Zamanla hızla gelişen teknolojik gelişmeler nedeni ile finansal piyasaların işleyişinde belirgin değişiklikler yaşanmıştır. Bu değişiklikler nedeniyle Etkin Piyasalar Hipotezi sorgulanmış ve alternatif yaklaşımlar vurgulanmıştır. Bu hipoteze karşı fraktal piyasa hipotezi, adaptif piyasa hipotezi, kaos teorisi ve heterojen piyasa hipotezi gibi farklı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır (aktaran Bozkuş ve Kahyaoğlu, 2020; Corsi, 2009; Fama, 1965, 1970, 1991, 1998; LeRoy, 1976; Lo, 2005; Mandelbrot, 2005; Peters, 1994).

Heterojen Piyasa Hipotezi (HPH) ilk olarak Müller vd. (1993) tarafından ileri sürülmüştür. Bu hipotez piyasanın homojen olamayan yani heterojen piyasa katılımcılarınınca oluşturulduğunu iddia etmektedir. Bu hipoteze göre piyasa katılımcısı yatırım kararı alırken işlem maliyeti, kurumsal kısıtlar, hâlihazırda bilgi derecesi, riskten kaçındığı seviye ve kendi yatırıma ilişkin ufkuna göre işlem gerçekleştirmektedir. Diğer bir deyişle, finansal piyasa uzun vade (aylık), orta vade (haftalık) ve kısa vade (günlük) gibi farklı yatırım ufkuna sahip yatırımcılar tarafından oluşmaktadır. HPH'ne göre piyasa katılımcısı, kendi tercih ve beklentisine göre ve kişisel görüşüne göre fiyat oluşumlarına farklı tepkiler verebilmekte ve bu da finansal piyasalarda dalgalanmaya neden olmaktadır ve finansal zaman serisinde uzun belleğe yol açabilmektedir (Türensál, 2021, s.64).

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemenin etkisiyle yüksek frekans verinin kaydı ve saklanması da maliyeti önemli oranda düşmüştür. Andersen ve Bollerslev (1998) özellikle yüksek frekansa sahip veriye ilişkin volatilitéyi ölçebilmek için gerçekleşen volatilité adlı yeni bir yöntemi geliştirmiştir. Daha öncesinde kullanılan GARCH ve SV modellerine kıyasla bu gerçekleşen volatilité yaklaşımı bazı üstün yönleri sahiptir. Örneğin bir modele sahip değildir, hesaplaması oldukça kolaydır ve finansal verilerde volatilitéyi ölçerken daha doğru değerler verebilmektedir. Bu nedenlerden ötürü, bu yöntem ile birlikte volatilité modelleri de gelişmiştir. Andersen vd. (2001) gerçekleşen volatilitéye teorik açıklama getirmiş ve bu yöntemin uzun hafızaya da sahip olduğunu ifade etmiştir (aktaran Huang vd., 2013, s.1).

Gerçekleşen volatilité kavramı ile ilgili olarak literatürde en çok başvurulan modellerden birisi HAR modelidir. Örneklem harici tahminleri yapma yeteneği HAR modelde oldukça iyidir ve bu özellik nedeniyle volatilitéyi iyi şekilde yakalamada yardımcı olabilmektedir. HAR modeli kurulurken yalnızca gerçekleşen volatilitenin günlük getiriye tepkisi alınmamakta, ayrıca geçmiş aylık ve de haftalık getirilere karşı asimetrik tepkiler de kavranmaktadır (Türensál, 2021, s.63).

Bu çalışmada da Corsi (2009) yaklaşımını esas alan HAR-RV modeli kullanılmaktadır. Makalede bu modelin kullanılmasındaki en büyük motivasyon kaynağı yakın tarihlerdeki krizlerin etkisini daha iyi anlamak ve karar verici birimlere yatırım stratejisi oluştururken katkı sağlamaktır (Bozkuş ve Kahyaoğlu, 2020, s.171). Analizde veri olarak da MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi (MSCI Emerging Markets Index) ele alınmaktadır. Bu endekste Türkiye dâhil olmak üzere 24 adet gelişmekte olan ülke yer almaktadır. Bu endeksin incelenmesinin bu gelişmekte olan piyasaları daha iyi anlayabilmek ve topluca bir

değerlendirme yapabilmek için önemli olduğuna inanılmaktadır. Volatilité gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş olan ülkelere kıyasla daha yüksektir ve uzun vadeli ekonomik büyüme bu nedenle bu piyasalardaki yüksek volatilité nedeniyle sektöre uğramaktadır. Bu nedenle gelişmekte olan piyasalardaki volatilitenin özelliklerini anlamak hem politika yapımcılar hem de borsadaki yatırımcılar için büyük öneme sahiptir. Temel HAR modeli 3 kısımdan meydana gelmektedir; günlük veya daha sık işlem sıklığına sahip kısa vadeli yatırımcılar; haftalık işlem sıklığına sahip orta vadeli yatırımcılar ve aylık veya daha az işlem sıklığına sahip uzun vadeli yatırımcılar (Bekaert ve Harvey, 1997; aktaran Eroğlu vd., 2021, s.459; İnci ve Ozenbas, 2017; Levine ve Zervos, 1998). MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi üzerindeki finans literatürü çok geniş değildir. İncelendiği kadarıyla, bu çalışma bu endeksi, HAR-RV modeliyle ve güncel veri ile analiz eden ilk makaledir. Bunun da finans literatürüne katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Özetle, bu makaledeki temel hedef, HPH (Heterojen Piyasa Hipotezi) çerçevesinde volatilitenin her bir farklı zaman diliminde (günlük, haftalık ve aylık) farklı olduğunu göz önüne alarak MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi'nde heterojenlik analizinin gerçekleştirilmesidir. Borsada karar verici birimlerin çeşitliliği farklı zaman dilimlerinde fiyat hareketlerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu çeşitlilik davranışsal finansta heterojenlik olarak adlandırılmakta ve finans literatüründe çoğunlukla HPH çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu hipotez yatırımcıların davranışlarında farklılık olduğunu iddia etmektedir. Yani kendi namına alıp satanlar ile borsadaki belirli bir kurum adına işlem yapanlar arasında farklılık vardır. Bu da standart volatilité modelleri ile açıklanamadığı için, HPH'e dayanan yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada da kullanılan yöntem hipotezin geçerliliğini desteklemektedir. Piyasadaki fiyat hareketlerinden hesaplanan volatilité temelli yaklaşım ile karar vericilerin heterojenliği ile piyasanın heterojenliği arasındaki ilişkiler ele alınmaktadır. Bu nedenle, bu makalede MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi'nin heterojen piyasa özelliklerine sahip olup olmadığı ve katılımcıların bu yapıya etkileri incelenmektedir. Bu bağlamda politika oluşturuculara da önerilerde bulunulmasına çalışılmaktadır (Bozkuş ve Kahyaoğlu, 2020, s.170).

Makalenin geri kalan kısmı şu şekilde ele alınmıştır: Bir sonraki bölümde literatür taraması yapılmaktadır. 2. Bölümde kullanılan veri ve metodoloji hakkında bilgi verilmeye çalışılmaktadır. 3. Bölümde ise elde edilen bulgular sunulmakta ve yorumlanmaktadır. Makale sonuç kısmı ile tamamlanmaktadır.

I.LİTERATÜR TARAMASI

HAR modeline ilişkin literatür incelendiğinde güncel finans literatürünün büyük ölçüde zamanla değişen getiri volatilité modellerini kullanarak gün içi yüksek sıklığa sahip veriyi analiz ettiği görülmektedir. Bu modeller arasında Corsi (2009) tarafından sunulan HAR modeli geniş ölçüde kabul görmüştür. Çünkü, HAR modeli göreceli olarak basittir ve yüksek frekansa sahip finansal piyasa verisi için uygulamalarda istikrarlı tahmin performansına sahiptir. Corsi (2009) volatilité kademelerini basit ve tutumlu bir şekilde tahmin eden bir HAR modeli sunmaktadır. Corsi (2009) yatırımcıların farklı zaman ufukları için farklı risk iştahlarına sahip olduğunu ifade etmektedir ve bu yatırımcılar farklı volatilité unsurlarını günlük, haftalık ve aylık olarak kategorize edilmiş şekilde tanımakta ve yanıt vermektedirler (Bozkuş ve Kahyaoğlu, 2020, s.172). Aşağıda öncelikle literatürdeki çalışmalardan önemli olanları hakkında bilgi verilmeye çalışılmakta, sonrasında ise bu çalışmalarını birbirleri ile daha rahat kıyaslayabilmek için tablo haline getirilmektedir.

McAleer ve Medeiros (2008) makalelerinde zaman serisi dinamiklerinde uzun hafıza ve doğrusal olmayan özellikleri yakalayan yeni ve esnek bir model önermektedir. Bu model HAR'ın çoklu rejim yumuşak geçiş eklemeli olacak şekilde revize edilmiş halidir. Bu kurdukları modelin uzun hafıza davranışını anında dikkate aldığı ve ayrıca işaret ve büyüklük asimetrisini de başarılı bir şekilde yansıttığı öne sürmektedirler. Modellerin Monte Carlo simülasyonlarını yapmışlardır ve Dow Jones Endüstri Ortalama Endeksine de on yıllık veri için uygulamaktadırlar ve bu öne sürdükleri HAR modelinin volatilité tahminlerinde başarılı ve esnek olduğunu ifade etmektedirler.

Huang vd. (2013) çalışmalarında sürekli volatilité ve sıçramalı heterojen otoregresif modeli (HAR-CJ) temel olarak gerçekleşen volatilitéyi (RV)

ayarlanmış gerçekleşen volatiliteye (ARV) momentumun volatiliteye etkisini kullanarak dönüştürmüştür ve HAR-CJ-M olarak adlandırdıkları yeni bir model geliştirmiştir. Bunun yanında bulguları saptarken HAR-ARV ve HAR-CJ modellerinden de faydalanmışlardır. Bu modellerini Çin borsasına uyguladıklarında gelecek ARV'nin tahmininde sürekli örneklem yol varyasyonunun, momentum etkisinin ve ARV'nin iyi tahmin performansına sahip olduklarını göstermektedirler. Fakat sürekli olmayan sıçrama varyasyonun ise düşük tahmin performansına sahip olduğunu saptamışlardır. Buna ilave olarak HAR-CJ-M modelinin diğer iki modele kıyasla Çin borsasının gelecekteki volatilitisini tahmin etmede açık şekilde daha iyi tahmin performansına sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Wen vd. (2016) araştırmalarında 16 adet yapısal kırılmaya sahip HAR tipi model kullanmaktadır ve WTI ham petrol futures için 5'er dakikalık işlem verisini kullanarak parametreleri tahmin etmektedir. Yazarlar ham petrol futures volatilitede anlamlı yapısal kırılmalar olduğunu bulmuştur. Buna ilave olarak geçmiş gerçekleşen volatiliteler, sürekli örneklem yol varyansı, negatif gerçekleşen yarı-varyans, işaretli sıçrama, işaretli yarı sıçrama ve kaldıraç unsurlarının ham petrol futures'ın volatilitisini tahminde önemli bilgiler içerdiği belirlenmiştir. Kullanılan HAR tipi modeller incelendiğinde HAR-RSV modelinin 1 günlük ve 1 aylık volatilitelerin tahmininde, HAR-CJ modelinin ise 1 haftalık volatiliteler tahmininde en iyi performansa sahip olduğu görülmektedir.

Liu vd. (2018) Çin borsasının (CSI300 endeksi) gün içi 5 dakikalık frekansta getirilerini HARQ ile tahmin etmişler ve VaR boyutunu tartışmışlardır. HARQ modelinin klasik HAR modeline kıyasla zamanla değişen katsayıları da göz önüne aldığını ifade etmişlerdir. Analizleri neticesinde HARQ tahminlerinin gerçekleşmiş volatiliteler tahmininde HAR, HAR-J, CHAR ve SHAR gibi diğer modellere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Eroğlu vd. (2019) çalışmalarında BIST 100 endeksi için 2016-2020 arasındaki yarı-günlük (iki seanslı) veriyi kullanarak gerçekleşen volatiliteleri modelleyerek HAR analizi yapmışlardır. Analizde dört ayrı model (sade, kaldıraçlı, sıçramalı, kaldıraçlı ve sıçramalı) ele alınmıştır. Ayrıca günler ve seans için kukla değişkenli olarak da tahminde bulunulmuştur. Bulguları tüm modellerin gerçekleşen volatilitedeki dinamiklerdeki değişimi %40-50 dolayında açıkladığını göstermektedir. Kaldıraç etkisi çok kuvvetli değildir. Ayrıca sıçrama etkisi hem kısa hem de uzun vadede belirgin şekilde BIST 100 gerçekleşen volatiliteleri etkilemektedir. Sabahki seansın volatilitesi öğleden sonraya göre düşük çıkmaktadır.

Clements ve Preve (2019) makalelerinde 16 yıldan fazla süreli 3 büyük borsa verisi kullanarak (SP500, DJI, DAX) standart HAR modellerinin farklı tahmin yöntemleri (EKK dışında), farklı veri dönüşümü ve farklı volatiliteler temsilcileri kullanılarak performanslarının geliştirilip geliştirilemeyeceğini analiz etmişlerdir. Araştırmacılar, bazı revizyonlarla (örneğin EKK yerine ağırlıklı en küçük kareler yöntemi ile) basit HAR ve gelişmiş HARQ tahmin performanslarının daha üstünde sistematik olarak tahmin yakalanabileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca gerçekleşen volatiliteler yerine normal analizlerde kullanılan daha düşük frekansa sahip logaritması alınmış veriler ile de yaklaşık aynı performansın elde edildiği saptanmıştır.

Buccheri ve Corsi (2019) HAR-RV'nin analizlerinde etkili olmasına rağmen gerçekleşen volatiliteler için lineer modellerin ölçüm hatalarını dikkate almadığı ve volatilitedeki olası doğrusal olmayan dinamikler nedeniyle çok çeşitli şekilde yanlış tanımlama sergileyebileceği için bu temel HAR-RV'de değişiklikler yapmışlardır. Kalman filtreli gerçekleşen volatiliteler tahmincisinin asimtotik teorisini ve zamanla değişen HAR parametrelerini birleştirerek üç adet yeni model önermişlerdir. Bunlar, ölçüm hatasını dikkate alan HARK modeli, doğrusal olmayan yapıyı göz önüne alan SHAR modeli ve her ikisini de dikkate alan SHARK modelidir. Önerilen modeller standart maksimum olabilirlik metotları ile tahmin edilmiş ve gerek simülasyon gerekse gerçek verilerde standart HAR-RV modellerine göre daha iyi tahminlerde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bozkuş ve Kahyaoglu (2020) makalelerinde Borsa İstanbul'un volatilitisini HAR-RV modeli kullanarak tahmin etmektedir. Bulguları, kısa dönem yatırımcıların daha yüksek risk iştahına ve daha yüksek

getiri volatilitesine sahip olduğunu göstermektedir. Fakat bu durum BIST 100 endeksi için uzun vade yatırımcı profilini etkilememektedir. Bunun kısa vadeli yatırımcılar için uzun dönem volatilitenin önemli olduğunu ancak uzun vadeli işlem stratejiler için kısa dönemli volatilitenin belirleyici olmadığını gösterdiğini ifade etmektedirler.

Freitas (2020)'nin yüksek lisans tez çalışmasında FTSE-100 endeksinin volatilitenin 16 adet farklı HAR tipi model ile modellenme ve tahminin yapılmasına çalışılmaktadır. Yazar, farklı gerçekleşen volatiliteler ayrışmalarının belirgin bilgi içerdiğini ifade etmektedir. Negatif gerçekleşen yarı-varyans, süresiz sıçrama, işaretli sıçrama ve negatif işaretli yarı-sıçrama, pozitif gerçekleşen yarı-varyans ve pozitif işaretli yarı-sıçramaya kıyasla volatiliteleri modelleme için daha fazla bilgi içermektedir. Kısa, orta ve uzun vadeli bilginin etkisi de farklıdır. Volatiliteler kademesinin bileşeni haftalık volatilitelerde daha önemlidir, daha fazla bilgili kaldıraç etkisi aylık negatif getirilerdir. Sonuçlar en iyi model konusunda kararsızdır ve genel olarak tüm modeller aynı seviyelerde tahmin kabiliyetine sahiptir.

Liang vd. (2021), makalelerinde 21 adet uluslararası borsa endekslerindeki gerçekleşen volatilitelerin tahmininde kullanmak için HAR-RV modelini detaylı bir şekilde genişletmekte ve kaldıraç etkisi, sıçrama ve gecelik bilginin rollerini karşılaştırmaktadır. İlk olarak, örneklem içi sonuçlar çoğu endeks için üç faktörün anlamlı negatif etkisi olduğunu göstermektedir. İkinci olarak, örneklem dışı tahmin sonuçları kaldıraç etkisinin ve gecelik bilginin sıçramalara kıyasla daha güçlü tahmin gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu üç faktörün birlikte kullanılmasının tüm tahmin ufuklarında neredeyse tüm borsa endeksleri için en iyi tahminleri ürettiğini gösteren kanıtlar vardır.

Türensall (2021) yüksek lisans tezinde HAR-RV, HARQ, HAR-RV-J, CHAR-Q ve CHAR modellerini kullanarak BIST-100 verilerinin gerçekleşen volatilitelerini tahmin etmişler ve örneklem dışında ve içinde performansları mukayese edilmiştir. Analizde 5'er dakikalık frekansa sahip 2018-2020 arasındaki veriler kullanılmıştır. Bulgular tüm modellerin gerçekleşen volatiliteler verilerine benzer değerler ürettiğini göstermektedir. Örneklem dışı verilerde QLIKE kıstasına göre değerlendirildiğinde CHAR modelinin, MSE kıstasına göre ise HAR-RV modelinin en yüksek performansına sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklem içi verilerde ise QLIKE kıstasına göre HARQ-J, Düzeltilmiş-R²'e göre ise HAR-RV-J en iyi model bulunmuştur.

Liu vd. (2022) işlem hacminin volatiliteler tahmininde olası katkısını HAR modelini kullanarak analiz etmeye çalışmıştır. Bu bağlamda borsadaki işlem aktivitesini düzensiz bilgi akışını ifade eden kısa vadeli parçalara ve ekstrem bilgi akışını ifade eden uzun vadeli parçalara ayırıştırıp, yeniden yapılandırmaktadır. Bu makale HAR modeli ile işlem hacminin gerçekleşen volatiliteleri tahmin kabiliyetini ölçen geliştirilmiş ampirik mod ayırıştırma metodu kullanan ilk çalışmadır. Analiz bulguları işlem hacmi yerine yeniden oluşturulan parçaların da örneklem dışı gerçekleşen volatiliteler tahminlerinde anlamlı iyileşme sağladığı yönündedir.

Liang vd. (2022)'de EWMA-HAR-RV modelinin uluslararası endekslerde klasik HAR-RV modeline kıyasla daha iyi tahmin kabiliyetine sahip olup olmadığı incelenmektedir. Bu analizde haftalık ve aylık HAR parçaları EWMA ile oluşturulmaktadır. Hem örneklem içi hem de örneklem dışı örneklerde bu yeni yöntemin daha başarılı olduğu bulunmuştur. Bu da daha yakın bilgiye daha fazla ağırlık vermenin daha iyi sonuç ürettiğini ifade etmektedir.

Luo vd. (2023) dinamik model ortalama ve dinamik model seçim yaklaşımları ile zamanla değişen HAR gizli faktör modelini geliştirerek gerçekleşen volatiliteleri tahmin etmektedir. Gizli faktörlerin sayısı Chan ve Grant'in (2016) sapma bilgi kriterini kullanarak belirlenmektedir. Modellerinde tahminciler gecikmiş günlük, haftalık ve aylık volatiliteler değişkenleri, ilgili volatiliteler faktörleri ve de spekülasyon değişkenini içermektedir. Bulguları DMA(DMS)-HAR-2FX modelinin diğerlerine kıyasla hem örneklem içi hem de örneklem dışı tahminlerde daha başarılı olduğu yönündedir. Ayrıca, Çin'deki finansal futures'ların gerçekleşen volatiliteler tahmininde spekülasyon değişkeninin kuvvetli tahmin kabiliyetine sahip olduğunu bulmaktadırlar.

TABLO 1 | Literatür Özeti

Yazar ve Yıl	Ele Alınan Endeks	Kullanılan Model veya Yöntem	Elde Edilen Temel Bulgu
McAleer ve Medeiros(2008)	On yıllık Dow Jones Endüstri Ortalama Endeksi verisi	HAR'ın çoklu rejim yumuşak geçiş eklemeli olacak şekilde revize edilmiş hali	Kurulan model uzun hafıza davranışı ile işaret ve büyüklük asimetrisini başarılı şekilde ele almakta
Huang vd. (2013)	Çin borsası	Ayarlanmış gerçekleşen volatilitiyi dikkate alan HAR-CJ-M modeli	Sürekli örneklem yol varyasyonu, momentum etkisi ve ARV iyi tahmin performansına sahip
Wen vd. (2016)	WTI ham petrol futures	16 adet yapısal kırılmaya sahip HAR tipi model	HAR-RSV modeli 1 günlük ve 1 aylık volatilitelerin tahmininde, HAR-CJ modeli ise 1 haftalık volatilitenin en iyi performansa sahip
Liu vd. (2018)	Çin borsası (CSI300 endeksi)	HARQ	HARQ tahminleri HAR, HAR-J, CHAR ve SHAR gibi diğer modellere göre daha başarılı sonuçlar vermekte
Eroğlu vd. (2019)	BIST 100 endeksi	Dört ayrı model (sade, kaldıraçlı, sıçramalı, kaldıraçlı ve sıçramalı)	Tüm modeller gerçekleşen volatilitedeki dinamiklerdeki değişimi %40-50 dolayında açıklamakta
Clements ve Preve (2019)	SP500,DJI, DAX	EKK yerine ağırlıklı en küçük kareler yöntemi ile HAR modeli kurulmakta	Bu revizyonlarla tahmin performanslarının daha üstünde sistematik olarak tahmin yapılabilmekte
Buccheri ve Corsi (2019)	Simülasyon ve gerçek veriler	Ölçüm hatasını dikkate alan HARK modeli, doğrusal olmayan yapıyı göz önüne alan SHAR modeli ve her ikisini de dikkate alan SHARK modeli	Standart HAR-RV modellerine kıyasla daha iyi tahminde bulunulmakta
Bozkuş ve Kahyaoğlu (2020)	Borsa İstanbul	HAR-RV modeli	Kısa dönem yatırımcıları daha yüksek risk iştahına ve daha yüksek getiri volatilitesine sahip
Freitas (2020)	FTSE-100 endeksi	16 adet farklı HAR tipi model	Farklı gerçekleşen volatilitenin ayrı ayrı belirlenmesi için bilgi içermekte
Liang vd. (2021)	21 adet uluslararası borsa endeksi	HAR-RV modelini detaylı bir şekilde genişletmekte	Örneklem içi sonuçlarının çoğu endeks için üç faktörün (kaldıraç etkisi, sıçrama ve gecelik bilgi) anlamlı negatif etkisi olduğunu göstermekte
Türensai (2021)	BIST-100	HAR-RV, HARQ, HAR-RV-J, CHAR-Q ve CHAR modelleri	Tüm modeller gerçekleşen volatilitenin verilerine benzer değerler üretmekte
Liu vd. (2022)	-	HAR modeli ile işlem hacminin gerçekleşen volatilitiyi tahmin kabiliyetini ölçen geliştirilmiş ampirik mod ayrıştırma metodu kullanılmakta	İşlem hacmi yerine yeniden oluşturulan parçaları da örneklem dışı gerçekleşen volatilitenin tahminlerini iyileştirmekte
Liang vd. (2022)	Uluslararası endeksler	EWMA-HAR-RV	Hem örneklem içi hem de örneklem dışı örneklerde bu yeni yöntem daha başarılı
Luo vd. (2023)	Çin'deki finansal futures endeksleri	Dinamik model ortalama ve dinamik model seçim yaklaşımları	DMA(DMS)-HAR-2FX modeli diğerlerine kıyasla hem örneklem içi hem de örneklem dışı tahminlerde daha başarılı

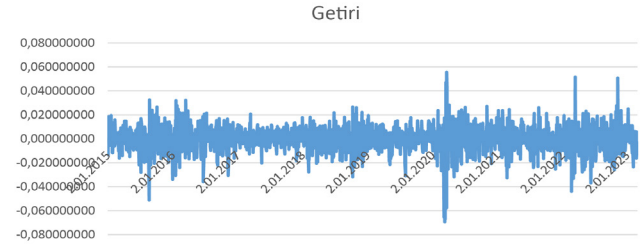
II. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

Bu bölümde kullanılan veri, model ve değişkenlere ilişkin genel bilgiler verilmektedir. Analizde temel olarak Corsi (2009)'ün yaklaşımı esas alınmaktadır.

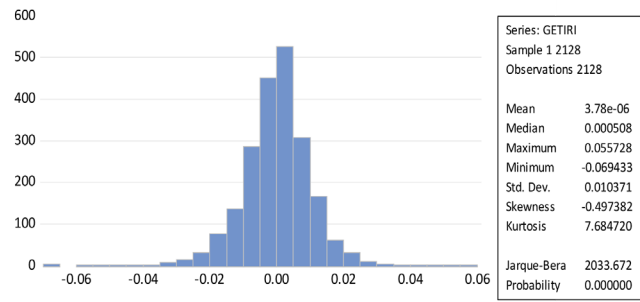
A. VERİ SETİ

Veri olarak MSCI Gelişmekte Olan Ülkeler Endeksi kullanılmaktadır. Veri 01.01.2015-28.02.2023 tarihleri arasındaki günlük değerlerden oluşmaktadır ve Refinitiv Eikon veri tabanından elde edilmiştir. Toplam veri sayısı 2129'dur. Öncelikle veriden log getiri serileri hesaplanmıştır. Gerçekleşen volatilitenin değerleri getirilerin karesini alarak bulunmuştur. Ampirik analize geçmeden önce getiriler için tanımlayıcı istatistikler bulunmuştur. Analizde esas olarak R programı kullanılmıştır.

ŞEKİL 1 | Getiri serisi



ŞEKİL 2 | Tanımlayıcı İstatistikler



TABLO 2 | Birim Kök Testleri

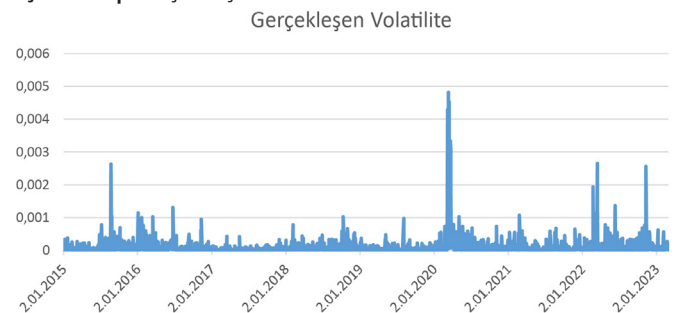
ADF	Phillips-Perron	KPSS
-40.65102***	-40.68769***	0.067976***

Not: Anlamlılık Kodları: %1 ***' %5 **' %10 *'

Getiri istatistikleri (Şekil 2) incelendiğinde ortalama olarak 0.00000378 getiri sağlandığı görülmektedir. Medyan değeri 0.000508'dir. Minimum ve maksimum değerleri sırasıyla -0.069433 ile 0.055728'dir. Standart sapması 0.010371'dir. Çarpıklık değerinin negatif ve sola doğru olduğu ve verinin aşırı basık yani kalın kuyruklu olduğu da ifade edilebilir. Normalliği ifade eden Jarque-Bera istatistiği de getirinin normal dağılmadığını göstermektedir.

Yapılan analizlerde (ADF, Phillips-Perron ve KPSS testleri) ayrıca getiri serilerinin durağan olduğu bulunmuştur. Bu nedenle diğer aşamalara geçilmesinde sıkıntı kalmamıştır (Tablo 2).

ŞEKİL 3 | Gerçekleşen Volatilitenin



B. GERÇEKLEŞEN VOLATİLİTE VE HAR MODELİ

Müller vd. (1993) tarafından geliştirilen Heterojen Piyasa Hipotezi'nden sonra ortaya konulan Müller vd. (1997) ve Dacorogna vd. (1997) HARCH modelinden ve uzun ve kısa zaman ufukları arasındaki asimetrik volatilité yayımlarından ilham alarak, Corsi (2009) her biri farklı piyasa katılımcı türlerinin faaliyetleri ile oluşturulan ve farklı volatilité unsurlarından meydana gelen eklemeli kademelerden oluşan bir model geliştirmiştir. Bu eklemeli volatilité kademeleri, gerçekleşen volatilitéde basit bir AR-tipi modele dönüşmektedir ve farklı zaman ufukları için gerçekleşen volatiliteleri göz önüne almaktadır. Modele de bu nedenle Gerçekleşen Volatilitenin Heterojen Otoregresif Modeli (Heterogeneous Autoregressive Model of Realized Volatility; HAR-RV) ismi verilmiştir. Şaşırtıcı şekilde, modelin basit olmasına ve resmi olarak uzun hafıza model sınıfına girmemesine rağmen, HAR-RV modeli volatilitéde gözlemlenen aynı hafıza sürekliliğini ve finansal verinin temel klasik özelliklerini yeniden üretebilmektedir (Corsi, 2009: 1).

Corsi (2019) yaklaşımı ile zaman ufku 3 farklı kademe ile tanımlanmaktadır. Bunlar günlük(kısa vade), haftalık(orta vade) ve aylık(uzun vade)'tir. Bu kademeler, HAR modelinin günlük, haftalık ve aylık getiri serilerinin gerçekleşen volatilitésinin lineer fonksiyonu olduğu anlamına gelmektedir (aktaran Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020, s.173; Clements ve Preve, 2019):

$$\begin{aligned} \log \sigma_{t+d}^{(d)} &= \log RV_{t+d}^{(d)} + \xi_{t+d} \\ \log RV_{t+d}^{(d)} &= c + \beta^{(d)} \log RV_t^{(d)} + \beta^{(w)} \log RV_t^{(w)} + \beta^{(m)} \log RV_t^{(m)} + \xi_{t+d} \\ r_t &= \sigma_t^{(d)} z_t \\ \log \sigma_{t+m}^{(m)} &= c^{(m)} + \theta^{(m)} \log RV_t^{(m)} + \omega_{t+m}^{(m)} \\ \log \sigma_{t+w}^{(w)} &= c^{(w)} + \theta^{(w)} \log RV_t^{(w)} + \gamma^{(w)} E_t[\log \sigma_{t+m}^{(m)}] + \omega_{t+w}^{(w)} \\ \log \sigma_{t+d}^{(d)} &= c^{(d)} + \theta^{(d)} \log RV_t^{(d)} + \gamma^{(d)} E_t[\log \sigma_{t+w}^{(w)}] + \omega_{t+d}^{(d)} \end{aligned} \quad (1)$$

Temel HAR modeli lineer forma sahip olduğu için son derece basit bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yukardaki bilinmeyen popülasyon parametreleri en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilebilir. Gerek olursa Newey ve West (1987) parametre tahminlerinin standart hatasının kovaryansı için kullanılabilir ve bu sayede tahminde herhangi bir problemlili husus kalmayacaktır (Eroglu vd., 2021, s. 463).

Yukardaki denklemi çözerken gereken adımlar 5 aşamada açıklanabilir. İlk adımda zaman serisi verinin volatilitésini tanımlanmaktadır. İkinci adımda, günlük, haftalık ve aylık parçalar için zaman serilerinin gecikmeli değerlerine dayanan h endeks vektörü oluşturulur. Üçüncü adımda, günlük, haftalık ve aylık için üç volatilité kısmı her bir t adımının gecikmeli değerlerinin ortalamaları olarak hesaplanır. Dördüncü adımda, bu zaman serileri farklı frekanslı yeni zaman serileri olarak ele alınır. Son olarak, beşinci adımda EKK kullanarak üç volatilité kısmının değerleri tahmin edilir. Bu yolla, geleceği tahmin etmek için günlük, haftalık ve aylık parçaları için beta katsayılarını elde ederiz (Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020, s.173).

III.BULGULAR

HAR modeli hipotez testi için şu varsayımına dayanmaktadır: $RV(d) > RV(m)$ olduğunda tahminlerin hızlıca uzun vadeli ortalama seviyeye döneceği şeklinde yatırım stratejisi ile ilgili olarak bilgi vermektedir. Bu durumda piyasadaki talebin fiyat esnekliği arzın fiyat esnekliğinden daha büyük olmaktadır. Piyasa devamlı olarak stabilize olma eğilimindedir. Diğer taraftan $RV(d) < RV(m)$ olduğunda ise HAR modeli tahminlerin uzun vadeli ortalama seviyeye yavaşça dönmesine izin vermektedir. Bu durumda ise piyasa şartları arz eğrisi ile talep eğrisinin yakınsadığı biçimde gerçekleşmektedir (Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020, s.175).

İlk HAR modeli tahmini 1 günlük yatırım ufukuna sahip olan için aşağıdaki şekildedir (Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020):

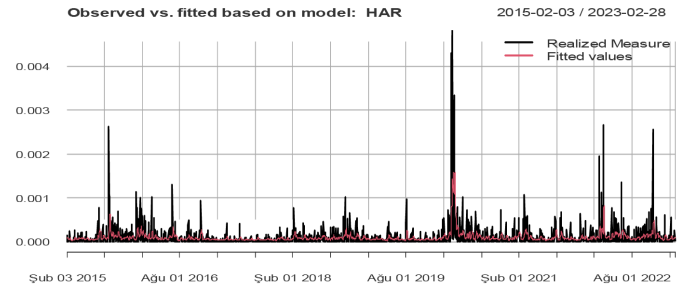
$$RV1 = \beta_0 + \beta_1 * RV1 + \beta_2 * RV5 + \beta_3 * RV22 \quad (2)$$

TABLO 3 | Bir Gün yatırım ufku ile HAR Modeli (Günlük)

Katsayılar	Tahmin(RV)	t değeri
Beta0 (Ortalama)	0.000034	4.906***
Beta1 (Günlük)	-0.067999	-2.635**
Beta2 (Haftalık)	0.703654	14.432 ***
Beta3 (Aylık)	0.046349	0.859

Not: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*'

ŞEKİL 4 | HAR Grafiği (Günlük)



İkinci HAR modeli tahmini orta-vadeli (haftalık) zaman aralıklarına sahip olacak şekilde aşağıdaki şekildedir (Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020):

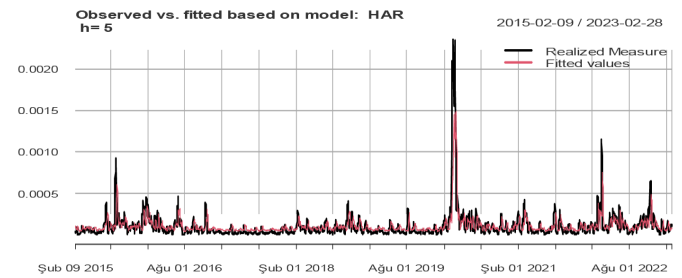
$$RV5 = \beta_0 + \beta_1 * RV1 + \beta_2 * RV5 + \beta_3 * RV22 \quad (3)$$

TABLO 4 | Beş gün yatırım ufku ile HAR Modeli (Haftalık)

Katsayılar	Tahmin(RV)	t değeri Pr(>t)
Beta0 (Ortalama)	0.000044	10.853 ***
Beta1 (Günlük)	0.045769	3.066**
Beta2 (Haftalık)	0.569537	20.193***
Beta3 (Aylık)	-0.021982	-0.704

Not: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*'

ŞEKİL 5 | HAR Grafiği (Haftalık)



Üçüncü HAR modeli tahmini uzun vadeli (aylık) zaman aralıklarına sahip olacak şekilde aşağıdaki şekildedir (Bozkuş ve Kahyaoglu, 2020):

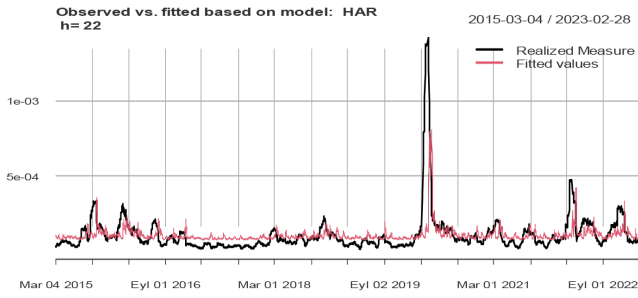
$$RV22 = \beta_0 + \beta_1 * RV1 + \beta_2 * RV5 + \beta_3 * RV22 \quad (4)$$

TABLO 5 | 22 gün yatırım ufku ile HAR Modeli (Aylık)

Katsayılar	Tahmin(RV)	t değeri Pr(>t)
Beta0 (Ortalama)	0.000075	21.122 ***
Beta1 (Günlük)	0.043836	3.379***
Beta2 (Haftalık)	0.232805	9.503***
Beta3 (Aylık)	0.035815	1.321

Not: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*'

ŞEKİL 6 | HAR Grafiği (Aylık)



Bulguların yorumlanmasında her ne kadar HAR modelleri daha çok uzun vade volatilité kalıcılığını ölçse de, analiz edilen seride üç denklemde de aylık katsayı anlamsız, haftalık ve günlük katsayı ise anlamlı çıktığından, bahsi geçen seride çok uzun vade, yani 1 hafta veya geç volatilité kalıcılığı görünmemektedir. Bu nedenle, bu piyasada esas belirleyicilerin orta ve kısa vadeli yatırımcılar olduğu sonucuna ulaşılabilir. Diğer bir ifadeyle, MSCI Gelişmekte Olan Ülkeler endeksi sadece yüksek ve orta frekanslardan etkilenirken, düşük frekanslardan (aylık) etkilenmemektedir. Bahsi geçen endeksin genelde spekülâtif faaliyetlere maruz kalabileceği düşünüldüğünde, bu elde edilen sonuçlar bunu desteklemektedir. Günlük, haftalık ve aylık modellerde adj-R² sırasıyla 0.19, 0.37 ve 0.19 bulunmuştur. Bu nedenle bu modellerin gerçekleşen volatilitédeki değişimin bu kadarını açıkladığı ifade edilebilir. Ayrıca, yapılan F testlerine göre tüm modeller genelde anlamlı çıkmaktadır. Dolayısıyla modeller gerçekleşen volatilité ölçümlerini açıklamaktadır. Tüm modellerde sabit katsayılar en azından bir miktar temel volatilité olması gerektiğinden beklendiği şekilde anlamlı çıkmaktadır. Son olarak, haftalık modelde adj-R² en yüksek olduğundan orta vadeli yatırımcıların (yani hisseleri alıp bir hafta elinde tutanlar) piyasa volatilitésinin belirlenmesinde daha etkin olduğu ifade edilebilir (Bozkuş ve Kahyaoğlu, 2020, Cipollini vd. 2017; Eroğlu vd., 2021).

SONUÇ

Bu çalışmada, Corsi (2009) yaklaşımı temel alınarak MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi (MSCI Emerging Markets Index)'nde Heterojen Piyasa Hipotezi'ni test etmek için HAR-RV modeli kullanılmaktadır. HAR modelin kullanılmasındaki amaç karar vericilere yakın tarihlerdeki krizlerin etkisini anlatmak ve karar vericilere yatırım stratejilerini oluştururken yardımcı olmaktır. Bu endeks Türkiye ile birlikte toplam 24 adet gelişmekte olan ülkeyi topluca ele aldığından bu çalışmanın gelişmekte olan ülkelerin genel olarak yapısını analiz ederek literatüre katkı sağlayacağı beklenmektedir. HAR modeli üç ayrı parçadan oluşmaktadır, bunlar aylık ya da daha az işlem sıklığına haiz uzun vadeli yatırımcılar, haftalık işlem sıklığına haiz orta vadeli yatırımcılar ve günlük ya da daha sık işlem sıklığına sahip kısa vadeli yatırımcılardır. Volatilitenin gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere nazaran daha yüksek olduğu ve uzun vadeli ekonomik büyümenin bu ülkelerdeki yüksek volatilité sebebiyle sektöre uğradığı dikkate alındığında volatilitenin yapısının kavranmasının önemi anlaşılabilir.

HAR modeli sonuçlarına göre üç denklemin hepsinde aylık katsayı anlamsız, günlük ve haftalık katsayı anlamlı çıktığı için MSCI Gelişmekte Olan Piyasalar Endeksi'nde çok uzun vade yani bir haftadan daha geç volatilité kalıcılığı görünmemektedir. Bu yüzden bu endekste esas belirleyicilerin kısa ve orta vadeli yatırımcılar olduğu sonucuna varabiliriz. Diğer bir deyişle ilgili endeks düşük frekanslardan (aylık) etkilenmezken, orta ve yüksek frekanslardan etkilenmektedir. Bu da endeksin spekülâtif faaliyetlere maruz kalabileceğinin işaretidir. Ayrıca gerçekleştirilen F testlerine göre tüm modeller genel olarak anlamlıdır. Son olarak haftalık modellerin adj-R²'si daha yüksek (0.37) çıktığından orta vadeli yatırım perspektifine sahip yatırımcıların piyasanın volatilitésinin saptanmasında daha etkin olduğu söylenebilir.

Türkiye'de dâhil olmak üzere ilgili gelişmekte olan piyasalarda firmalar tarafından temettü ödeme kararları genellikle önceden duyurulmadığı ve gelecek sağlıklı biçimde öngörülemediği için yatırımcılar genellikle kısa ve orta vadeli yatırımlar yapabilmekte ve kısa

& orta vadeli yatırımcı işlemler ile kazanç sağlamaya çalışabilmektedir. Bu bağlamda piyasa düzenleyicileri kısa ve orta vadeli zaman döneminde piyasayı izlemeli piyasanın aşırı hareketlenmesine karşı zamanlar arası yumuşatıcı politika araçları geliştirmelidir.

Çalışmadan çıkarılabilecek ikinci sonuç ise ele alınan zaman dönemi içinde piyasa karar birimlerinin kısa dönemdeki risklerden çok fazla etkilendiğini görmüş bulunuyoruz ancak bu sonuçtan hareketle hareket birimlerinin kendilerini koruyucu yöndeki pozisyonlarla veya buna yönelik araçlar kullanarak korumadıkları anlaşılmaktadır, bu açıdan bakıldığında genel yatırımcı eyleminin spekülâtif ve sürü psikolojisi hareket tarzı olduğu ifade edilebilir. Bu söz konusu yatırımcı kitlesinin eğitilmesine yönelik ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır, bu amaçla da kurumsal yatırımcı davranışını destekleyecek kurumsal ve iktisadi avantajların oluşturulmasına yönelik araçlar geliştirilmelidir.

Son olarak modelde kullanılan HAR-RV modelinin de bazı kısıtları vardır. Corsi (2009) tarafından ortaya konan ve gerçekleşen volatilitenin çok popüler olan dinamik spesifikasyonuna sahip HAR-RV başlıca üç tip tanımlama hatasına sahiptir. Bunlar EKK tahminlerinin sapmalı olması, hata terimlerinin otokorelasyon ve yüksek ölçüde heteroskedastisite (değişen varyans) gösterebilmesi ve zamanla değişen EKK katsayılarıdır. Bunlar da bu makalenin sınırlarından sayılabilir ve ileride bu özelliklerin de araştırıldığı analizler önerilebilir. Ayrıca ilerde bu endeks için HAR-RV modelinin kaldırıcı etkili ve sıçramalı versiyonları ele alınıp modelin açıklıyıcılığının gelişip gelişmediği analiz edilebilir (Bollerslev vd., 2016; Buccheri ve Corsi 2019; Chen vd., 2010; Corsi vd., 2008).

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Bollerslev, T., Patton, A.J., ve Quaedvlieg, R. (2016). Exploiting the errors: A simple approach for improved volatility forecasting. *Journal of Econometrics*, 192(1), 1-18. <https://www.sciencedirect.com/>
- [2] Bozkuş, S., ve Kahyaoğlu, H. (2020). Heterogeneity Analysis of the Stock Markets: The Case of Borsa Istanbul. *Journal of Yasar University*, 15, 170-179. <https://journal.yasar.edu.tr>
- [3] Buccheri, G., ve Corsi, F. (2019). HARK the SHARK: Realized Volatility Modeling with Measurement Errors and Nonlinear Dependencies. *SSRN Electronic Journal*, 1-41. www.ssrn.com/index.cfm/en/
- [4] Chen, Y., Hardle, W.K., ve Pigorsch, U. (2010). Localized realized volatility modeling. *Journal of the American Statistical Association*, 105(492), 1376-1393. www.tandfonline.com
- [5] Cipollini, F., Gallo, G.M., ve Otranto, E. (2017). On Heteroskedasticity and Regimes in Volatility Forecasting. *SSRN Electronic Journal*, 1-22. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3037550>
- [6] Clements, A., ve Preve, D.P.A. (2019). A Practical Guide to Harnessing the HAR Volatility Model. *Journal of Banking and Finance*, 1-12. <https://www.sciencedirect.com/>
- [7] Corsi, F. (2009). A simple approximate long-memory model of realized volatility. *Journal of Financial Econometrics*, 7(2), 1-26. academic.oup.com/jfec
- [8] Corsi, F., Mittnik, S., Pigorsch, C., ve Pigorsch, U. (2008). The volatility of realized volatility. *Econometric Reviews*, 27(1-3), 46-78. www.tandfonline.com
- [9] Dacorogna, M.M., Müller, U.A., Pictet, O.V., Olsen, R.B.Dav, R., Olsen, R., ve Pictet, O. (1997). Modelling short-term volatility with garch and harch models. *SSRN Electronic Journal*, 1-15. <https://papers.ssrn.com/>
- [10] Eroğlu, B.A., İközlerli, D., ve Yener, H. (2021). Reexamination of the BIST 100 Stock Price Volatility with Heterogeneous Autoregressive Realized Volatility Models. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 457-476. <https://dergipark.org.tr/pub/ataunisobill/aim-and-scope>
- [11] Freitas, G.M. (2020). *Forecasting FTSE-100 volatility using HAR-type models* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Universidade do Minho, Portekiz
- [12] Huang, C., Gong, X., Chen, X., ve Wen, F. (2013). Measuring and Forecasting Volatility in Chinese Stock Market Using HAR-CJ-M Model. *Hindawi Publishing Corporation*, 1-14. <https://www.hindawi.com>
- [13] Khan, M.Y. (2015). *Advances In Applied Nonlinear Time Series Modelling* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi) Ludwig-Maximilians-Universität München, Almanya, core.ac.uk/download/pdf/79055317.pdf
- [14] Liang, C., Li, Y., Ma, F., ve Wei, Y. (2021). Global equity market volatilities forecasting: A comparison of leverage effects, jumps, and overnight information. *International Review of Financial Analysis*, 75. <https://www.sciencedirect.com/>
- [15] Liang, C., Li, Y., Ma, F., ve Zhang, Y. (2022). Forecasting international equity market volatility: A new approach. *Journal of Forecasting*, <https://doi.org/10.1002/for.2869>

- [16] Liu, G., Wei, Y., Chen, Y., Yu, J., ve Hu, Y. (2018). Forecasting the value-at-risk of Chinese stock market using the HARQ model and extreme value theory. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 499, 288-297. <https://www.sciencedirect.com/>
- [17] Liu, M., Choo, W.C., Lee, C.C., ve Lee, C.C. (2022). Trading volume and realized volatility forecasting: Evidence from the China stock market. *Journal of Forecasting*, <https://doi.org/10.1002/for.2897>
- [18] Luo, J., Chen, Z., ve Wang, S. (2023). Realized volatility forecast of financial futures using time-varying HAR latent factor models. *Journal of Management Science and Engineering*, 8, 214-243. <https://www.sciencedirect.com/>
- [19] McAleer, M., ve Medeiros, M.C. (2008). A multiple regime smooth transition heterogeneous autoregressive model for long memory and asymmetries. *Journal of Econometrics*, 147(1), 104-119. <https://www.sciencedirect.com/>
- [20] Müller, U., Dacorogna, M., Dav, R., Pictet, O., Olsen, R., ve Ward, J. (1993). Fractals and intrinsic time-a challenge to econometricians. *XXXIXth International AEA Conference on Real Time Econometrics*, Luxembourg, 1-24. <https://www.researchgate.net>
- [21] Müller, U., Dacorogna, M., Dav, R., Olsen, R., Pictet, O., ve Von Weizsacker, J. (1997). Volatilities of different time resolutions-analysing the Dynamics of market components. *Journal of Empirical Finance*, 4, 213-239. <https://www.sciencedirect.com/>
- [22] Türensäl, M.M. (2021). *Heterojen Otoregresif Modeller Yardımı ile Gerçekleşen Oynaklık Tahmini: BIST 100 Örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne
- [23] Wen, F., Gong, X., ve Cai, S. (2016). Forecasting the volatility of crude oil futures using HAR-type models with structural breaks. *Energy Economics*, 59, 400-413. <https://www.sciencedirect.com/>

EXTENDED SUMMARY

Introduction

The main goal in this article is to perform heterogeneity analysis in the MSCI Emerging Markets Index, taking into account that volatility is different in each different time frame (daily, weekly and monthly) within the framework of HMH. The diversity of decision-making units in the stock market causes price movements to differ in different time periods. This diversity is called heterogeneity in behavioral finance and is mostly discussed within the framework of HMH in finance literature. This hypothesis claims that there is variation in the behavior of investors. In other words, there is a difference between those who buy and sell on their own behalf and those who trade on behalf of a certain institution in the stock market. Since this cannot be explained by standard volatility models, new methods based on HMH has been developed. The method used in this study also supports the validity of the hypothesis.

With the rapid growth in financial markets and the continuous development of new and complex financial instruments, understanding the theoretical and empirical processes underlying financial time series has become a great need. Therefore, financial econometrics, and especially the modeling of financial volatility, has played a central role in modern pricing and risk management theories (McAleer and Medeiros, 2008).

Heterogeneous Market Hypothesis (HMH) was suggested by Müller et al. (1997). HMH claims that the financial market is encompassed by heterogeneous markets. According to this hypothesis, the market participant trades according to the transaction cost, institutional constraints, current level of knowledge, level of risk aversion and its own investment horizon. In other words, financial markets consist of investors with different investment horizons such as long-term (monthly), medium-termed (weekly) and short-term (daily), and this is considered to be the main reason for the heterogeneity in the market. According to this HPH, the market participant causes fluctuations in the markets by reacting differently to different price formations according to his expectation and preference and his view on the personal market, causing long memory in the financial time series (Türensäl, 2021:64).

Methodology

Corsi (2009) developed a model consisting of additive cascades, each consisting of different volatility elements created by the activities of different types of market participants after Müller et al. (1993) proposed Heterogeneous Market Hypothesis and HAR model is developed by Müller et al. (1997) and Dacorogna (1997) and by being inspired from asymmetric volatility spillovers between long and short time horizons.

These additive volatility steps translate into a simple AR-type model of realized volatility and consider realized volatilities for different time horizons. Therefore, this model is named as Heterogeneous Autoregressive Model of Realized Volatility (HAR-RV). Surprisingly, although the model is simple and does not formally fall into the long memory model class, the HAR-RV model is able to reproduce the same memory persistence observed in volatility and basic classical properties of financial data (Corsi, 2009:1).

Findings

According to the findings of the HAR model, since the monthly coefficient is insignificant in all three equations, and the daily and weekly coefficients are significant, the MSCI Emerging Markets Index does not show a very long-term volatility persistence beyond one week. Therefore, we can conclude that main determinants in this index are short and medium term investors. In other words, while the related index is not affected by low frequencies (monthly), it is affected by medium and high frequencies. This is sign that the index may be exposed to speculative activities. In addition, according to the F tests performed, all models are generally significant. Finally, since the adj-R² of the weekly models is higher (0.37), it can be said that investors with a medium-term investment perspective are more effective in determining the volatility of the market.

Conclusion & Discussion

According to the HAR model's results all three equations have insignificant coefficients for monthly term, whereas have significant coefficients for weekly and daily terms. So we can comment that there is not long term volatility persistence beyond one week and medium and short term investors are main determinants of the MSCI Emerging Markets Index. These results support the result that this index is exposed to speculative facilities. It is believed that policy makers and investors should take this into consideration. Finally, HAR-RV model, which is used in the analysis and which is very popular in academic world has some limitations. These are: LSE estimations are biased, there is autocorrelation in error terms and there is high heteroscedasticity. Therefore in the future some studies which take these limitations into account are recommended. Researchers can also investigate this index in the future by utilizing the HAR-RV models with leverage and jump effects and see if the results improve or not (Buccheri ve Corsi 2019, Bollerslev vd., 2016, Corsi vd., 2008, Chen vd., 2010).