

ÇOK ÖLÇEKLİ SİSTEMATİK RISK: İMKB-30 ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Atilla ÇİFTER*
Alper ÖZÜN**

Özet

Bu çalışmada, finans ve ekonomide yeni bir analiz yöntemi olan Dalgacıklar (Wavelets) yöntemi ile ölçeğe göre değişen varyans ve ölçek bazlı Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM) test edilmiştir. Genel risk göstergesi olarak ölçeğe göre değişen varyans ve sistematik risk göstergesi olarak ölçek bazlı SVFM portföy teorisine yeni bir yaklaşım getirmektedir. Çalışmada, İMKB-30'da yer alan 10 hisse senedi için ölçeğe göre varyans ve ölçeğe göre sistematik risk değişimi tespit edilmiştir. Yatırımcıların 128 güne kadar ölçek bazlı risk analizi yapabilmeleri, ölçeğe göre (elde tutma süresine göre) risk düzeyini tespit edebilmelerini sağlamaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre; İMKB-30'da yer alan 10 hisse senedinin varyansının ölçeğe göre değiştiği ve genel risk düzeyini ifade eden varyans farklılaşması 1.ölçek (1-4 gün)'ten başlamak üzere arttığı tespit edilmiştir. Ölçek Bazlı SVFM'nde tüm hisse senetlerinin sistematik riskinin frekansa (ölçeğe) göre değiştiği ve yüksek ölçeklerde sistematik riskin arttığı tespit edilmiştir. Gencay ve Diğerleri (2005)'nin uluslararası endekslerde tespit ettiği yüksek ölçeklerde beta ve getirinin daha güçlü formda olacağına ilişkin bulgunun, İMKB-30 için geçerli olmadığı tespit edilmiştir. İMKB-30 için risk ve getiri 3.Ölçekte (32 gün) pozitifte yakın, diğer ölçeklerde aynı yönde değildir. Bu bulgu, İMKB-30 içerisinde yer alan 10 hisse senedinden oluşturulan portföyün risk-getiri maksimizasyonunun 32 gün düzeyinde gerçekleşebileceği, 32 gün altında ya da üstünde oluşturulan portföylerde riskin getirinin üzerinde olacağını göstermektedir.

Abstract

In this study, variance changing to the scale and multi-scale Capital Asset Pricing Model (CAPM) is tested by Wavelets as a new analysis method in finance and economics. It introduces a new approach to the variance changing to the scale as a general risk indicator, and to multi-scale CAPM portfolio theory as a systematic risk indicator. In the study, variance changes to scale and systematic risk changes to scale of 10 stocks in the ISE-30 have been determined. The ability of the investors to conduct risk based analysis up to 128 days allows them to determine the risk level to the scale (stock holding period).

* Atilla Cifter, Mali Raporlama Yönetmeni, Deniz Yatırım-Dexia Group ve Doktora Öğrencisi, Ekonometri A.B.D., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi.

E-Posta: atillacifter@yahoo.com

** Dr. Alper Özün, Müfettiş, Teftiş Kurulu Başkanlığı, Türkiye İş Bankası.

E-Posta: alper.ozun@isbank.com.tr

Anahtar Kelimeler: Çok ölçekli sistematik risk, SVFM, Dalgacıklar, Çok ölçekli varyans

JEL: G0, G1

According to the study results; it is determined that the variances of 10 stocks from the ISE 30 change according to the scale and variance differentiation as an expression of general risk level increase starting from the 1st scale (1 to 4 days). In multi-scale CAPM, it is determined that systematic risk of all stocks is changed to frequency (scale) and increased at higher scales. The finding as to beta and return at the high levels shall be in stronger form evidenced by Gencay et al (2005) is determined as not applicable to the ISE 30. The risk and return for the ISE-30 are close to the positive in the 3rd scale (32 days), but they are in the same direction for the other scales. This finding shows that the risk-return maximization of a portfolio of 10 stocks from the ISE may be achieved at a level of 32 days and the risk will be higher than the return in the portfolios established at those levels different than 32 days.

I. Giriş

SVFM'ye göre hisse senetlerinin getirisini etkileyen faktörler; i) piyasa riski primi; piyasa hareketinden kaynaklanan getiri; iii) firmaya özgü unsurlardaki önceden tahmin edilemeyen değişimlerdir. Bir dönem için hisse senedi getirisi (R_i);

$$R_i = R_f + \beta_i (R_m - R_f)$$

denklemleriyle hesaplanmaktadır. Formülde, R_i = i senedinin dengedeki getirisini, R_f = Hazine bonusu faiz oranının getirisini, β_i = i senedi sistematik riskini (Beta katsayısı), R_m = Piyasanın denge getirisini göstermektedir. R_f , bir yıldan kısa vadeli gösterge niteliğindeki hazine bonusu faiz oranını temsil etmektedir.

Bununla birlikte, gelişen ve giderek karmaşıklaşan finansal piyasalarda ileri ölçüm metodlarıyla yapılan test sonuçlarının SVFM'nin geçerliğini sorgulamasıyla birlikte, alternatif varlık fiyatlama modelleri geliştirilmiştir. “Belirsizlik ortamlarında çok kaynaklı risklerin varlığı” ihtimalinden tezinden hareketle Roll (1977), risk ve getiri arasındaki doğrusal ilişkinin, pazar portföyü ortalama-varyans etkinliğinden kaynaklandığını ve tek faktörle (beta katsayısıyla) getiri açıklamasının gerçekte uyuşmadığını öne sürerek SVFM'ye karşı ilk ciddi eleştiriyi sunmuştur. Roll'ün söz konusu eleştirisinden sonra araştırmacılar, finans piyasalarının karmaşıklaştığını, dolayısıyla hisse senetlerinin getirilerine de yansıyan bu karmaşıklığın tek faktörle açıklanamayacağı konusunda hemfikir olmuşlardır.

Ang ve Chen (2002) ABD verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada, bir

çok faktörün birbiriyle ilintili olduğunu ve faktörlerin doğru transformasyonu yapılırsa tam bir çoklu-beta modelinin tek betalı SVFM'ye indirgenebileceğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, teorik temeli olmadan verileri özellikli bir forma getirme çabaları ekonometrik olarak yanıltıcı olabilecektir. Verileri yanlış ve/veya farklı yansıtma nedeniyle değişkenler birbirleriyle içi içe geçecek ve çakışacaktır. Ayrıca, çok faktörlü fiyatlama modellerinin sonuçları, seçilen bağımsız değişkenlere ve pazara göre farklılıklar göstereceği için temel bir gösterge niteliği taşımayacaktır. Bahsi geçen bulgu ve yorumlardan sonra, tek faktörlü (beta katsayısı) SVFM'nin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yeniden gündeme gelmiştir. Brailsford ve Faff (1997), Brailsford ve Josev (1977), Cohen ve Diğerleri (1986), Frankfurter ve diğerleri (1994), Hawavini (1983), Handa ve diğerleri (1989, 1993) sistematik risk katsayısı olan betanın seçilen zaman dilimine göre değişeceğini belirtmiş, bu çalışmalar ölçek bazlı sistematik riskin daha doğru sonuç vereceğine ilişkin temel makaleler olmuştur.

Karmaşıklılaşan finansal piyasalar ve gelişen finansal matematik teknikleri, alternatif tek faktörlü modellerin oluşumuna katkıda bulunmuştur. Bu kapsamda, kaos teorisi ürünü olan Dalgacıklar Analizi, finansal verilerin modellenmesi aşamasında kullanılmaya başlanmıştır. Elektrik-elektronik, haberleşme, yer bilimleri, mikrobiyoloji ve finans ve ekonomiye uygulanan Dalgacık Analizinin hisse senedi fiyatlamasına uygulanması yeni fakat modelleme açısından gelecek arz eden bir konudur. Dalgacık analizi 1980 sonrası tüm bilimlerde uygulansa da finans ve ekonomiye uygulaması 1995 sonrası başlayabilmiştir.

Dalgacıkların portföy yönetimi ve risk yönetimi üzerindeki uygulaması ise 2005 yılında başlayabilmiştir. Ölçek bazlı varyans genel risk düzeyi, ölçek bazlı SVFM ise sistematik risk düzeyinin elde tutma süresi ya da frekansa göre değişimi hakkında bilgi vermektedir. Sistematik riskin zaman içerisinde değiştiğine ait bulgular, riskin ölçeğe göre de değişebileceği konusundaki görüşleri desteklemektedir.

Bu makale, İMKB-30'da yer alan seçilmiş on hisse senedi veriler kullanılarak Dalgacıklar Analizi yöntemi ile ölçeğe göre değişen varyans ve ölçek bazlı Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM) oluşturulmasını hedeflemektedir. 128 güne kadar ölçek bazlı risk yapılmasına olanak sunan modelde, elde tutma süresine göre yatırımcıların aldıkları risk seviyesinin tespiti olanaklı hale gelmektedir.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde sunulacak kısa bir literatür taraması sonrasında, Dalgacıklar Analizi metodolojisi detaylı olarak okuyuculara sunulacaktır. Modelin özellikle, finansal veri analizi çerçevesinde sunduğu üstünlükler ve ölçeklendirmenin modellendirilmesi konularında yürütülecek tartışmanın mevcut modelin ilerletilmesi ve alternatif bilgisayar bazlı metotlar geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Analiz aşamasında kullanılan verinin tanıtımından sonra, ampirik bulgular gerek finans ve kaos teorisi gerekse pratik yatırımcı davranışları açısından değerlendirilecektir. Makale, ilerideki çalışmalara yönelik önerilerin yer aldığı sonuç bölümüyle tamamlanacaktır.

II. Literatür Taraması

Oldukça yeni bir metot olması nedeniyle, literatürde dalgacık analizinin finansal değişkenlere uygulanması konusunda fazla çalışma bulunmamaktadır. Türkiye finansal piyasaları verileri kullanılarak yapılan ilk analiz olması açısından bu makale ayrı bir önem taşımaktadır.

Dalgacık analizinin, yurt içi finans ve ekonomiye uygulandığı çalışmalar sınırlı olmakla birlikte; elektronik-elektrik, yer bilimi, biyomedikal ve diğer fen bilimleri alanında uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır. Özün ve Çifter (2006), dalgacık analizini faiz oranlarındaki değişimin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini çok ölçekli nedensellik analizi ile test etmiştir. Yazarlar faiz oranlarındaki değişimin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisinin ölçeğe göre değiştiğini ve dalgacık analizinin portföy pozisyonu oluşturmada kullanılabileceğini göstermişlerdir. Albora ve Diğerleri (2002) dalgacık dönüşümünü arkeo-jeofizik alanında uygulamıştır. Çetin ve Kuçur (2003a) ve Çetin ve Kuçur (2003b) dalgacık dönüşümü metodunu deprem işaretlerinde faz geliş zamanının tespitinde kullanmıştır. Yazarlar, deprem işaretlerinin farklı ölçekleri için oluşturulan karakteristik fonksiyonlarda işaretin özelliklerinin her bir ölçekte ayrı olarak gözlemlenebildiğini tespit etmişlerdir. Dirgenali ve Kara (2005), dalgacık dönüşümünü damar sertliği hastalıklarının teşhisinde kullanmış ve dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağları metotlarının damar sertliği hastalığının teşhisinde diğer yöntemlere göre daha iyi bilgi sağlanabildiğini tespit etmiştir. Kara ve Diğerleri (2005), Dalgacık dönüşümünü diyabetli hastalarda düzensiz mide ritimlerinin tespitinde kullanmıştır. Yazarlar diyabetli hastalar ile sağlıklı kişilerin mide ritmi farklılıklarının dalgacık dönüşümü

ile daha iyi tespit edilebildiği sonucuna varmışlardır. Okkesim ve Diğerleri (2006), dalgacık dönüşümünü pre-ortodontik aperiyesi kullanan hastaların çene kaslarının hareketinin modellenmesinde kullanmışlardır. Yazarlar, pre-ortodontik aperiinin çene kaslarına olan baskı düzeyinin dalgacık dönüşümü ile değerlendirilebileceğini göstermişlerdir.

Ölçek bazlı varyans; Percival (1995) tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak Ramsey ve Lampart (1998) tarafından finans alanında uygulanmıştır. Ramsey ve Lampart (1998), tüketim, GDP, gelir ve para arasındaki nedensellik ilişkisini dalgacık analizi ile test etmiştir. Yazarlar makroekonomik veriler arasındaki ilişkinin ölçeğe göre değiştiğini tespit etmişlerdir.

Lee (2004) dalgacık analizini hisse senedi piyasalarında uluslararası aktarım mekanizmasının testinde kullanmıştır. Yazar, ölçek bazlı fiyat ve volatilité etkisinin gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru olduğunu tespit etmiştir. Kim ve In (2005a), dalgacık analizi ile fisher hipotezini test etmiştir. Yazarlar ölçek bazlı enflasyon ve hisse senedi getirisinin kısa ve uzun vadede pozitif yönde, orta vadede ise negatif yönde hareket ettiğini tespit etmişlerdir. Gallegati (2005a), MENA (Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri) hisse senedi getiri varyansının ve korelasyonun ölçeğe göre değiştiğini tespit etmiştir. Gallegati ve Gallegati (2005), G7 ülkelerinin üretim endeksi volatilitésini incelemiş ve hiçbir ülkenin diğer ülke üretim endeksi üzerinde doğrudan etkili olmadığını bulmuştur. Gallegati (2005b), DJIA (Dow Jones Ortalama Endüstri Endeksi) ve ekonomik çıktıyı ölçek bazlı incelemiştir. Gallegati (2005b) hisse senedi getirisinin yalnızca yüksek ölçeklerde ekonomik aktiviteyi etkilediğini ve hisse senedi ve ekonomik aktivite ölçek bazlı varyansının farklı olduğunu tespit etmiştir. Kim ve In (2007), dalgacık analizi ile G7 ülkelerinde hisse senedi fiyatları ve bono getirisi arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Yazarlar, dalgacık korelasyon analizi ile hisse senedi ve bono getirisinin ülkeden ülkeye değiştiği gibi ölçeğe göre de değiştiğini tespit etmişlerdir.

Ölçek bazlı SVFM, Gençay ve Diğerleri (2003), Fernandez (2005, 2006), ve Gençay ve Diğerleri (2005) tarafından uygulanmıştır. Gençay ve Diğerleri (2003), S&P 500 indeksinde SVFM'nin ölçeğe göre değiştiğini ve getiri ve sistematiik risk (beta) arasındaki ilişkinin üst ölçeklerde daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Fernandez (2005), gelişmekte olan piyasalara ait hisse senedi portföyü için ölçeğe göre değişen uluslararası SVFM'yi test etmiş ve sistematiik riskin ölçeğe göre değiştiğini tespit etmiştir. Fernandez (2006) ölçek

bazlı SVFM'yi Şili hisse senedi piyasasına uygulamış ve SVFM modelinin orta vadede geçerli olduğunu tespit etmiştir. Gençay ve diğerleri (2005), ölçeğe göre değişen SVFM'yi S&P 500, DAX30 ve FTSE100 endekslerine uygulamış ve risk ve getiri hesaplamasında sistematik riskin ölçek bazlı hesaplanması gerektiği sonucuna varmıştır. Takip eden bölümde, SVFM'nin temel özellikleri aktarıldıktan sonra, dalgacıklar analizi ve finansal piyasalardaki uygulama yöntemleri detaylı olarak aktarılacaktır.

Lin ve Stevenson (2001) hisse senedi vadeli fiyat ve spot fiyat arasındaki ilişkiyi dalgacık analizi ile incelemiştir. Dalgacık analizini Kim ve In (2003) finansal veriler ve ekonomik aktivite arasındaki çok ölçekli nedensellik testinde ve Kim ve In (2005b) tarafından çok ölçekli sharpe oranının hesaplanmasında kullanmıştır. Almasri ve Shukur (2003) kamu harcamaları ve gelirleri arasındaki çok ölçekli nedensellik ilişkisini analiz etmiştir. Zang ve Farley (2004), dalgacık analizini uluslararası hisse senedi piyasasının çok ölçekli nedensellik analizinde kullanmıştır. Dalkır (2004) para arzı ve gelir arasındaki çok ölçekli nedensellik ilişkisini analiz etmiştir. In ve Kim (2006) dalgacık analizini hisse senedi ve vadeli fiyatlar arasındaki nedensellik ilişkisinin tespitinde kullanılmıştır.

III. Yöntem

Sermaye Varlıklarını fiyatlandırma modeli (SVFM) Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966)'in çalışmalarına dayanır. SVFM, bir varlığı risk ve beklenen getiri ilişkisini gözönünde bulundurarak fiyatlandıran bir modeldir. SVFM'de risk, sistematik ve sistematik olmayan risk olmak üzere ikiye ayrılır. Sistematik risk (Beta) bir hissenin piyasa ile nasıl hareket ettiğini göstermektedir.

SVFM, beklenen getirinin sistematik riske göre (1) No'lu denklemle ifade edilmesidir.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i E(R_m - R_f) \quad (1)$$

R_i varlığın getirisini, R_f risksiz faiz oranını, R_m piyasa getirisini ifade eder. R_f olarak kısa vadeli hazine bonosu yerine gecelik repo oranı (O/N) tercih edilmiştir. Sistematik risk katsayısı olan beta (β_i) aynı zamanda (2) No'lu

denklemden de ifade edilir (Gençay ve Diğerleri, 2005).

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} \quad (2)$$

$E(R_m - R_f)$ piyasa risk primi olarak adlandırılır. (1) No'lu denklem;

$$E(R_i) - R_f = \beta_i E(R_m - R_f) \quad (3)$$

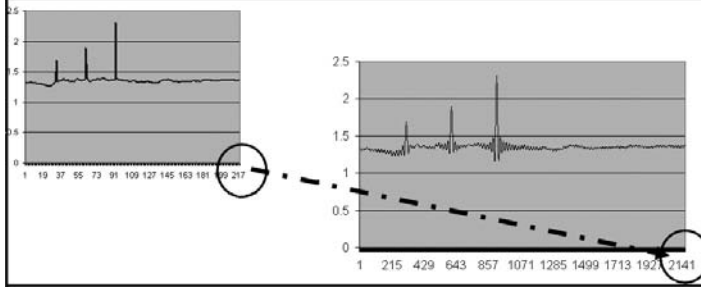
olarak yazılabilir. Uygulamada (1) ve (2) No'lu denklemler (4) No'lu denklem ile test edilir (Gençay ve Diğerleri, 2005).

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_i (R_m - R_f) \quad (4)$$

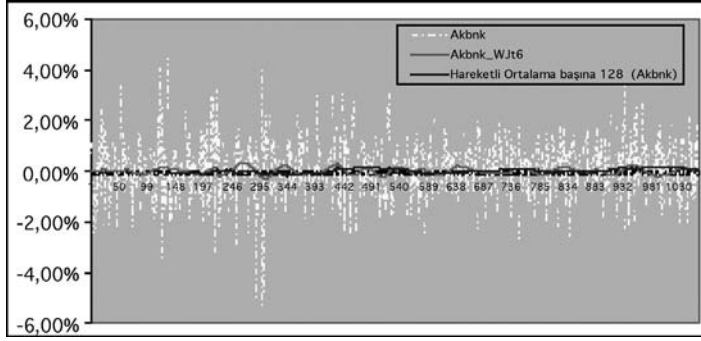
Ölçek Bazlı SVFM, risksiz hisse senedi ve portföy getirilerinin ($R_m - R_f$ ve $R_i - R_f$) dalgacık analizi ile elde edilen 6 ölçeğe (1-4 Gün, 8 Gün, 16 Gün, 32 Gün, 64 Gün ve 128 Gün) ayrılması ve (4) No'lu denklemle test edilmesinden oluşmaktadır. Karşılaştırma için standart SVFM de test edilmiştir.

Dalgacık analizinin temeli doğrusal olmayan dönüştürücülere kadar gitmektedir. Sofistike fonksiyonlar, matematikte birden fazla doğrusal fonksiyonla ifade edilebilir ve buna fonksiyon dönüştürücü denir. Bu tür fonksiyon dönüştürücülerin temeli Joseph Fourier'in 1822'de yayınladığı "Isının Analitik Teorisi"ne kadar gitmektedir. Fourier, herhangi bir düzensiz periyodik fonksiyonun düzenli olarak dalgalanan başka fonksiyonların (sinyallerin-Sin ve Cos) toplamı olarak ifade edilebileceğini göstermiştir (Selçuk, 2005).

Mallat (1989) ve Daubechies (1988) uygulamaya dönük farklı dalgacık türleri geliştirmiştir. Mallat (1989) türevi sürekli olmayan ve yoğunluk desteği sınırlı dalgacık geliştirmiştir. Daubechies (1988) her bir dalgacığın yeni adımda yeniden oluşabileceği dalgacık fonksiyonu geliştirmiş ve bu dalgacık kaotik düzensizlik çözümlemelerinde tercih edilmiştir.

Şekil 1: Daubechies Dalgacığının Kendine Benzerliği

(2) no'lu Şekil, AKBNK hisse senedi için 128 günlük dalgacık analizi ve 128 günlük hareketli ortalama karşılaştırmasını göstermektedir. Hareketli ortalama şok dönemlerini yakalayamamakta, dalgacıklar analizi ise şok dönemlerini yakalayabilmektedir.

Şekil 2: AKBNK Hisse Senedi için 128 Günlük Dalgacık (açık çizgi) ve 128 Günlük Hareketli Ortalama (koyu çizgi)

Sinus ve Cosinus fonksiyonları ile düzenli hale getirilen Fourier Serisi Matematiksel olarak (5) no'lu denklemle ifade edilir (Tkacz, 2001).

$$f(x) = b_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (b_k \cos 2\pi kx + a_k \sin 2\pi kx) \quad (5)$$

$$b_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x) dx \quad , \quad b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(kx) dx \quad ,$$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin(kx) dx$$

a_0, a_k ve b_k parametreleri en küçük kareler yöntemi ile çözülebilir.

$$f(x) = c_0 + \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{2^j-1} c_{jk} \psi(2^j x - k) \quad (6)$$

$\psi(x)$ ana dalgacık olarak adlandırılır ve (7) No'lu denklemde yer alan ψ 'nin tüm açılımının ve çevirisinin temelidir (Tkacz, 2001).

$$\Psi(x) = \begin{cases} 1 & : 0 \leq x < \frac{1}{2} \\ -1 & : \frac{1}{2} \leq x < 1 \\ 0 & : \text{bunların dışında} \end{cases} \quad (7)$$

Yüksek frekanslı finansal zaman serilerinde maksimum kısmi kaplamalı kesikli dalgacık dönüştürmesi (Maximal overlap discrete wavelet transform-MODWT) kullanılmaktadır. MODWT, herhangi bir N veri setine uygulanabilir ve dalgacık varyansı asimptotik özellik taşır. MODWT'nin bu özelliği SVFM'nde de kullanılabilmesine olanak sağlar. MODWT, matrislerle ifade edilmektedir (Gençay vd., 2002 ve Percival ve Walden, 2000). MODWT ve ölçeklendirilmiş dalgacık ve ölçeklendirme filtre katsayısı olmak üzere (8) ve (9) No'lu denklemlerle ifade edilir.

$$\tilde{W}_{j,t} = \sum_{l=L_j}^N \tilde{w}_{j,t}^X f(t-1) \quad (8)$$

$$\tilde{V}_{j,t} = \sum_{t=L_j}^N \tilde{v}_{j,t}^Y f(t-1) \quad (9)$$

X ve Y verileri için λ_j ölçeğinin MODWT tarafından belirlenen dalgacık varyansı (10) ve (11) No'lu denklemlerle ifade edilir (In ve Kim, 2006).

$$\tilde{v}_X(\lambda_j) = \frac{1}{\tilde{N}} \sum_{t=L_j}^N [\tilde{W}_{j,t}^X]^2 \quad (10)$$

$$\tilde{v}(\lambda_j)_Y = \frac{1}{\tilde{N}} \sum_{t=L_j}^N [\tilde{V}_{j,t}^Y]^2 \quad (11)$$

IV. Veri ve Ampirik Bulgular

4.1. Veri

Çalışma verileri İMKB-30'da yer alan AKBNK, AEFES, AKGRT, ARCLK, EREGL, KCHOL, KRDMD, TCELL, TUPRS ve YKBANK olmak üzere 10 hisse senedinden oluşmaktadır. 2002 yılından itibaren veri setine ulaşılabilen 10 hisse senedi rastsal olarak seçilmiş olup, örneklem oranı %33'tür (10/30). Seçilen hisse senedi getirilerinin ölçeğe göre değişen volatilitesi, sistematik riski ve uzun dönem hafıza parametresi dalgacık analizi ile tespit edilmiştir. Veri seti www.analiz.com web sitesinden alınmıştır. Seçilen hisse senedi düzey verilerinin (I(0)) istatistik özellikleri 1 No'lu Tablo'da bulunmaktadır. Tüm hisse senedi getirilerinin basıklık ve çarpıklık özellikleri birbirinden farklı olup, normallik testi Jarque-Bera testine göre hisse senetlerinin normal dağılımda olduğu kabul edilebilir.

Tablo 1: Temel İstatistik Özellikleri (Düzey Seriler)

Hisse Senedi	Min.	Maks.	Std.Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera
AKBNK	14786	135103	29218.5	1.08972	3.49509	221.864
AEFES	93607	497321	97053.8	0.975298	2.94809	169.117
AKGRT	14680	145396	26896.7	1.64071	5.84979	838.987
ARCLK	21185	130137	23953.9	0.371356	2.7581	27.1002
EREGL	12199	97200	24496.7	0.708779	2.30727	110.568
KCHOL	25991	82246	13387.7	0.307466	2.16677	47.6328
KRDMD	0.0299	0.7452	0.225812	0.352008	1.44914	128.845
TCELL	16126	102214	23572.3	0.534852	1.84816	109.754
TUPRS	44665	303477	66169	1.05593	2.81388	199.636
YKBNK	10195	79864	17992.2	0.394087	2.1502	59.6686
İMKB100	8627.42	47728.5	10039.8	1.01437	3.1919	184.445
İMKB30	10880.5	60772.1	12882.6	0.978913	3.11851	170.877

Gerek volatilité gerekse uzun dönem hafıza etkisi parametresinin tespitinde, serilerin birinci derece logaritmik farkları alınmaktadır. Yüksek frekanslı günlük veri analizinde birinci derece logaritmik fark alınması literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada tüm serilerin birinci derece logaritmik farkı alınmıştır.

2 No'lu Tablo'da hisse senedi getirilerinin düzeyde ($I(0)$) KPSS testi (Kwiatkowski v.d., 1992), Phillips-Peron testi (Phillips ve Peron, 1988) ve Augmented Dickey Fuller testi (Dickey ve Fuller, 1981)'ne göre durağanlık değerleri bulunmaktadır. Seriler $I(0)$ 'da durağan değildir ve brim kök testlerine göre logaritmik fark alındığında durağan hale getirilmektedir (Tablo 3).

Tablo 2: Birim Kök Testi (Düzey Seriler)

Hisse Senedi	KPSS testi I(0)	Phillips- Peron testi I(1)	Augmented D-F testi I(1)
AKBNK	20.0126	0.638136	0.504895
AEFES	20.456	0.389534	0.563084
AKGRT	17.512	-1.44333	-1.46362
ARCLK	20.4979	-0.218052	-0.393636
EREGL	21.6616	-0.000165	-0.0483108
KCHOL	18.6793	-0.686503	-0.838449
KRDMD	20.7315	0.047202	0.0981312
TCELL	21.8022	-0.096907	-0.0878089
TUPRS	19.7428	1.52696	1.60709
YKBNK	16.8746	0.231628	0.0857086
IMKB100	20.2774	1.57173	1.63275
IMKB30	20.3486	1.35768	1.39816

Tablo 3: Birim Kök Testi (Logaritmik Fark Alınmış Seriler)

Hisse Senedi	KPSS testi I(0)	Phillips- Peron testi I(1)	Augmented D-F testi I(1)
AKBNK	0.0653892*	-26.694*	-26.8563*
AEFES	0.2068*	-27.7824*	-27.9301*
AKGRT	0.0795931*	-30.0199*	-30.011*
ARCLK	0.0331696*	-25.5729*	-25.7272*
EREGL	0.0941811*	-25.8769*	-25.9482*
KCHOL	0.0866762*	-25.528*	-25.6102*
KRDMD	0.123164*	-26.8404*	-23.9578*
TCELL	0.144187*	-26.0658*	-22.2537*
TUPRS	0.333554*	-28.6147*	-28.6611*
YKBNK	0.37495*	-24.2236*	-21.792*
IMKB100	0.330153*	-32.9528*	-32.9307*
IMKB30	0.309776*	-33.038*	-33.0119*

* %1 güven aralığında anlamlılığı temsil etmektedir.

4.2. Ampirik Bulgular

İMKB-30'da yer alan 10 hisse senedi için SVFM ve ölçek bazlı SVFM test edilmiştir. Çalışmada, öncelikle hisse senetlerinin ölçek bazlı varyans farklılığı tespit edilmiştir.

4 No'lu Tablo'da İMKB-30 içerisinde yer alan 10 hisse senedinin doğrusal korelasyonu bulunmaktadır. Hisse senetleri ile İMKB-30 ve İMKB-100 arasındaki korelasyon % 91.4-%98.8 aralığındadır.

Tablo 4: Doğrusal Korelasyon

	akbnk	aefes	akgrt	arclk	eregl	kchol	krdmd	tcell	tuprs	ykbkn	imkb 100	imkb 30
Akbnk	100%	97.3%	94.9%	93.8%	96.3%	90.9%	81.5%	93.6%	95.2%	84.9%	98.8%	98.8%
Aefes	97.3%	100%	92.5%	89.2%	96.9%	88.6%	84.5%	95.4%	96.8%	90.1%	98.4%	98.4%
Akgrt	94.9%	92.5%	100%	88.0%	92.7%	85.5%	74.8%	89.2%	91.0%	82.4%	94.4%	94.5%
Arclk	93.8%	89.2%	88.0%	100%	90.9%	94.7%	85.1%	89.9%	85.2%	75.4%	92.4%	92.5%
Eregl	96.3%	96.9%	92.7%	90.9%	100%	90.4%	87.4%	96.4%	95.8%	87.6%	97.3%	97.5%
Kchol	90.9%	88.6%	85.5%	94.7%	90.4%	100%	85.3%	90.0%	81.9%	79.2%	91.1%	91.4%
Krdmd	81.5%	84.5%	74.8%	85.1%	87.4%	85.3%	100%	92.1%	78.4%	80.6%	84.5%	84.5%
Tcell	93.6%	95.4%	89.2%	89.9%	96.4%	90.0%	92.1%	100%	91.7%	89.3%	95.9%	95.9%
Tuprs	95.2%	96.8%	91.0%	85.2%	95.8%	81.9%	78.4%	91.7%	100%	85.9%	96.1%	96.0%
Ykbkn	84.9%	90.1%	82.4%	75.4%	87.6%	79.2%	80.6%	89.3%	85.9%	100%	90.8%	90.9%
imkb100	98.8%	98.4%	94.4%	92.4%	97.3%	91.1%	84.5%	95.9%	96.1%	90.8%	100%	99.9%
imkb30	98.8%	98.4%	94.5%	92.5%	97.5%	91.4%	84.5%	95.9%	96.0%	90.9%	99.9%	100%

5 No'lu Tablo'da 10 hisse senedi ve İKMB endeksleri için ölçek bazlı ortalama varyans verileri bulunmaktadır. Ortalama ölçek bazlı varyans, kısa-orta ve uzun vadede risk durumunu göstermektedir.

Test sonuçlarına göre KRDMD %29,55 ile en yüksek, EREGL %9,68 ile en düşük ölçek bazlı ortalama varyansa sahiptir.

Tablo 5: Dalgacık Analizi ile Varyans

	Alt Sınır(L)	Varyans (Dalgacık)	Üst Sınır(U)
AKBNK	0.115	0.1047	0.1252
AEFES	0.0972	0.0888	0.1057
AKGRT	0.1115	0.1016	0.1214
ARCLK	0.1084	0.0987	0.1182
EREGL	0.0968	0.0881	0.1055
KCHOL	0.0932	0.0849	0.1016
KRDMD	0.2955	0.2696	0.3214
TCELL	0.1228	0.1121	0.1336
TUPRS	0.1039	0.0948	0.1131
YKBNK	0.2105	0.1918	0.2291
İMKB100	0.916	0.8383	0.9936
İMKB30	0.101	0.0924	0.1095

6 No'lu Tablo ve 3 No'lu Şekil'de varyansın ortalama ölçek yerine ölçek bazlı varyans dağılımı bulunmaktadır. Test sonuçlarına göre tüm hisse senetleri için varyans beklendiği şekilde ölçek arttıkça azalmaktadır. Ancak YKBNK hisse senedinin ölçek bazlı varyansının tüm ölçeklerde daha yüksek olduğu görülmektedir. 1.Ölçekte(1-4 Gün) en düşük varyansa sahip hisse senedi YKBNK, en yüksek varyansa sahip hisse senedi ise TUPRS'dir. Seçilen en yüksek ölçek olan 6.ölçekte (128 Gün) ise AKBNK hisse senedi en düşük, YKBNK hisse senedi ise en yüksek varyansa sahiptir. Bu sonuçlar, 1-4 günlük elde tutma süresine göre YKBNK hisse senedinin en düşük riske sahip iken, 128 günlük elde tutma süresine göre AKBNK hisse senedinin en düşük riske sahip olduğunu göstermektedir.

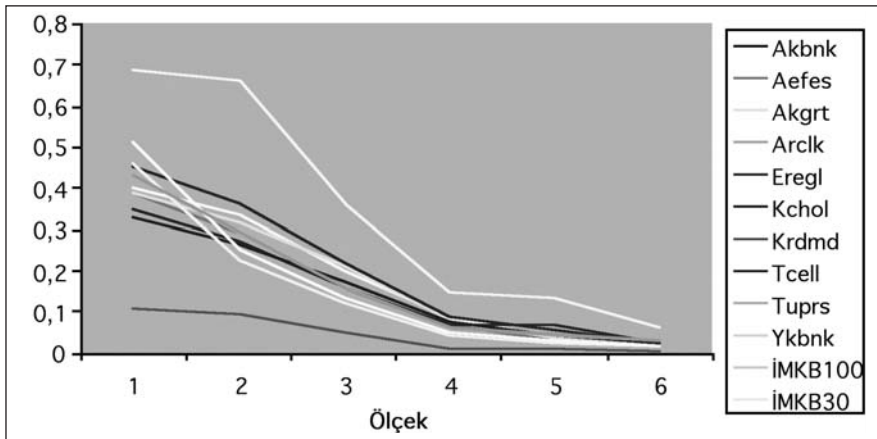
Seçilen İMKB-30 grubu hisseleri için ölçek bazlı varyans analizi sonuçlarına göre(elde tutma süresine göre), risk düzeyinin değiştiği tespit edilmiştir. Bu bulgu, varyansın sabit aralıklı sistematik risk katsayısı (beta ya da varyans-riske maruz değer vb.) yerine ölçek bazlı (elde tutma süresine göre) sistematik risk katsayısına göre hesaplanması gerektiği savını desteklemektedir.

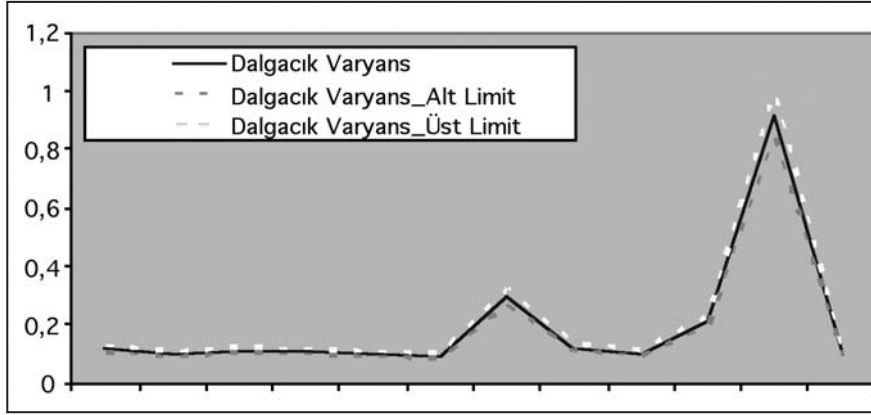
Tablo 6: Varyansın Ölçek Bazlı Dağılımı

Hisse Sen.	1. Ölçek	2. Ölçek	3. Ölçek	4. Ölçek	5. Ölçek	6. Ölçek	Toplam
AKBNK	38.08%	30.78%	18.73%	7.80%	3.26%	1.35%	100%
AEFES	40.34%	30.31%	16.89%	7.32%	3.45%	1.70%	100%
AKGRT	37.13%	30.82%	18.13%	8.21%	3.52%	2.19%	100%
ARCLK	36.24%	29.59%	20.05%	8.06%	3.66%	2.38%	100%
EREGL	36.95%	28.94%	16.69%	7.48%	7.31%	2.62%	100%
KCHOL	36.29%	28.76%	18.95%	8.35%	4.92%	2.72%	100%
KRDMD	38.71%	33.24%	18.06%	5.05%	3.01%	1.94%	100%
TCELL	37.35%	29.98%	18.18%	7.60%	4.82%	2.07%	100%
TUPRS	42.46%	28.26%	15.73%	6.36%	4.04%	3.15%	100%
YKBNK	33.56%	32.14%	17.54%	7.09%	6.45%	3.23%	100%
İMKB100	51.18%	25.44%	13.58%	4.93%	2.93%	1.94%	100%
İMKB30	51.35%	25.49%	13.64%	4.89%	2.82%	1.80%	100%

* 1. Ölçek 4 Gün, 2. z 8 Gün, 3. Ölçek 16 Gün, 4. Ölçek 32 Gün, 5. Ölçek 64 Gün, 6. Ölçek 128 Gün

Şekil 3: Çok Ölçekli Varyans



Şekil 4: Dalgacık Analizi ile Varyans

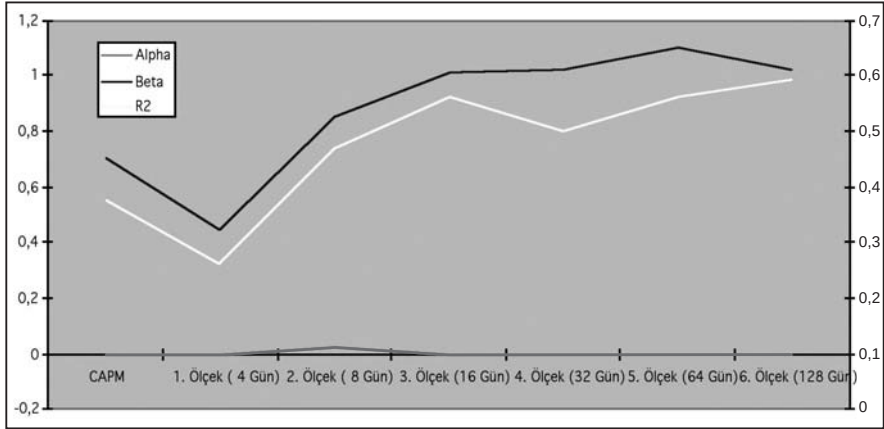
7 No'lu Tablo'da seçilen 10 hisse senedi için ortalama değerler üzerinden ölçek bazlı SVFM test sonuçları bulunmaktadır. Sistemik risk(beta) ölçeğe göre değişmektedir. Hisse senetlerinin beta ortalamaları SVFM'de 0.70, 1. ölçekte 0.44, 2.ölçekte 0.85, 3.ölçekte 1.01, 4.ölçekte 1.02, 5.ölçekte 1.09, 6.ölçekte 1.02'dir. YKBNK ve KRDMD yüksek ölçeklerde yüksek beta ile diğer hisse senetlerinde ayrılmaktadır*. 6 No'lu Şekil'de görüldüğü üzere tüm hisse senetlerinin betaları 1.ölçekte yaklaşmaktadır. Bu durum 1-4 gün ölçek bazlı analizin yetersiz olabileceğini göstermektedir. Sistemik riskin 3.ölçek(8-16 gün) sonrası "1"e yakınsaması, SVFM'nin 8-16 gün sonrası ölçeklerde test edilmesi gerektiği savını desteklemektedir.

Tablo 7: Ölçek Bazlı SVFM

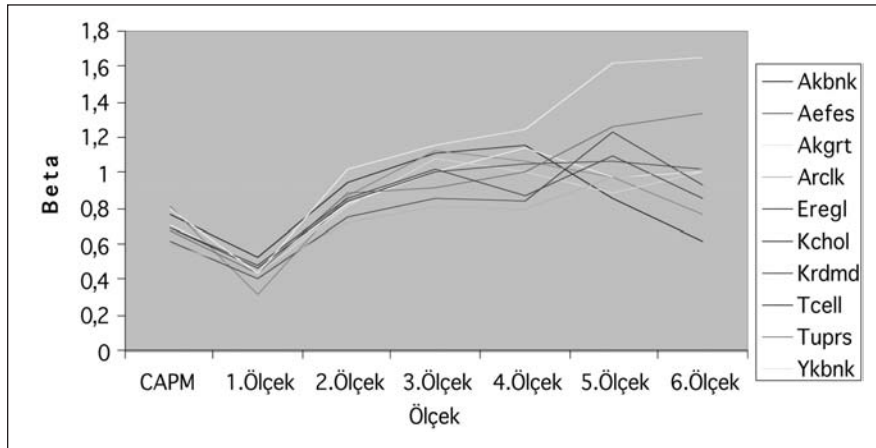
	Alpha	Beta	R ²
CAPM	0.000182	0.707044	0.37676
1. Ölçek (4 Gün)	4.06E-06	0.443118	0.25994
2. Ölçek (8 Gün)	0.0232	0.856786	0.47105
3. Ölçek (16 Gün)	4.47E-05	1.0126	0.55994
4. Ölçek (32 Gün)	-6.9E-07	1.021196	0.49827
5. Ölçek (64 Gün)	3.37E-05	1.09919	0.55995
6. Ölçek (128 Gün)	0.00023	1.021967	0.59142

* Hisse senedi bazlı analiz sonuçları yazarların adresinden temin edilebilir.

Şekil 5: Ölçek Bazlı SVFM

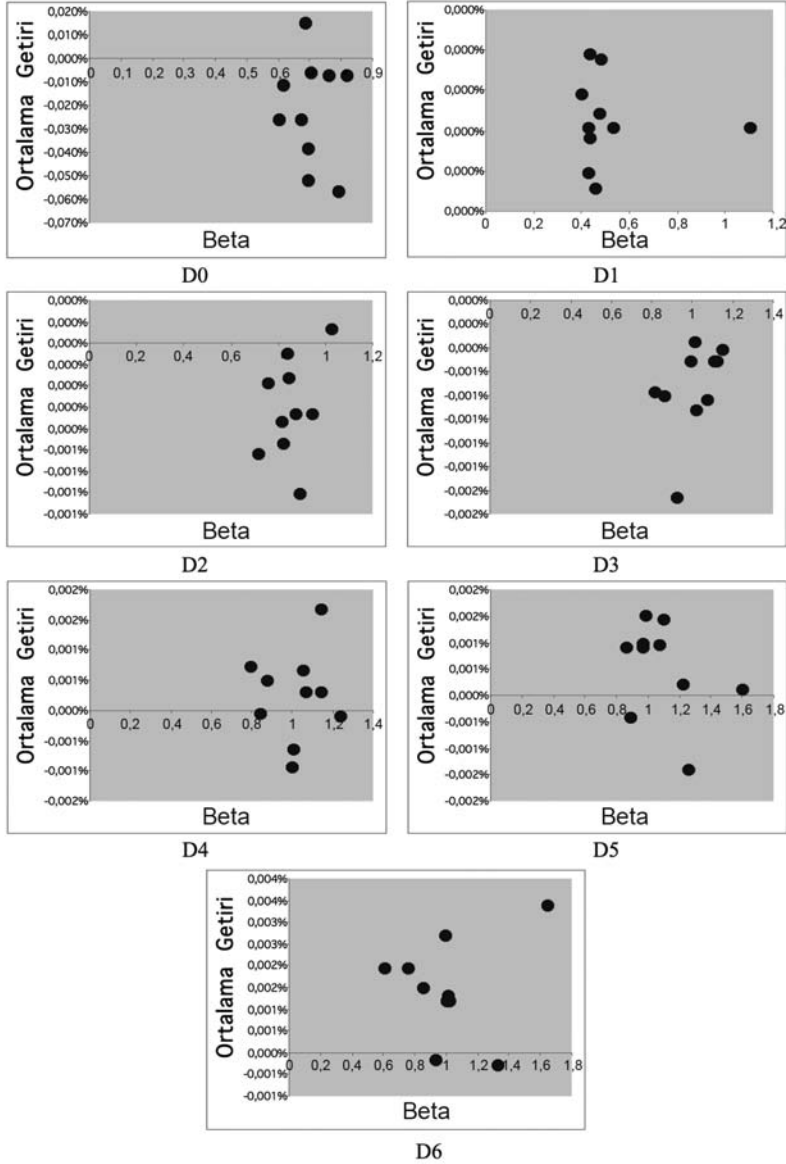


Şekil 6: Ölçeğe Göre Sistemik Risk Değişimi



7 No'lu Şekil'de Ölçek bazlı getiri ve sistematik risk katsayıları (beta) arasındaki ilişki bulunmaktadır. Gençay ve Diğerleri (2005)'nin uluslararası endekslerde tespit ettiği yüksek ölçeklerde beta ve getirinin daha güçlü formda olacağına ilişkin bulgu, İMKB-30 için geçerli değildir. Risk ve getiri 3. Ölçekte (32 gün) pozitifte yakındır. Bu bulgu, İMKB-30 içerisinde yer alan 10 hisse senedinden oluşturulan portföyün risk-getiri maksimizasyonunun 32 gün düzeyinde gerçekleşebileceği, 32 gün altında ya da üstünde oluşturulan portföyle riskin getirinin üzerinde olacağını göstermektedir.

Şekil 7: Ölçeğe Göre Ortalama Getiri ve Beta



* D1: 1.Ölçek (1-4 Gün), D2: 2.Ölçek (5-8 Gün), D3: 3.Ölçek (9-16 Gün), D4: 4.Ölçek (17-32 Gün), D5: 5.Ölçek (33-64 Gün), D6: 6.Ölçek (65-128 Gün)

V. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, finans ve ekonomide yeni bir analiz yöntemi olan Dalgacıklar (Wavelets) yöntemi ile ölçeğe göre değişen varyans ve ölçek bazlı Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM) test edilmiştir. Genel risk göstergesi olarak ölçeğe göre değişen varyans ve sistematiik risk göstergesi olarak ölçek bazlı SVFM portföy teorisine yeni bir yaklaşım getirmektedir. Çalışmada, İMKB-30’da yer alan 10 hisse senedi için ölçeğe göre varyans ve ölçeğe göre sistematiik risk değişimi tespit edilmiştir. Yatırımcıların 128 güne kadar ölçek bazlı risk analizi yapabilmeleri, ölçeğe göre (elde tutma süresine göre) risk düzeyini tespit edebilmelerini sağlamaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre; İMKB-30’da yer alan 10 hisse senedinin varyansı ölçeğe göre değiştiği ve genel risk düzeyini ifade eden varyans farklılaşması 1.ölçek(1-4 gün)’den başlamak üzere arttığı tespit edilmiştir.

Ölçek Bazlı SVFM’nde tüm hisse senetlerinin sistematiik riskinin frekansa (ölçeğe) göre değiştiği ve yüksek ölçeklerde sistematiik riskin arttığı tespit edilmiştir. Gençay ve Diğerleri (2005)’nin uluslararası endekslerde tespit ettiği yüksek ölçeklerde beta ve getirinin daha güçlü formda olacağına ilişkin bulgunun, İMKB-30 için geçerli olmadığı tespit edilmiştir. İMKB-30 için risk ve getiri 3. Ölçekte (32 gün) pozitif yakın, diğer ölçeklerde aynı yönde değildir. Bu bulgu, İMKB-30 içerisinde yer alan 10 hisse senedinden oluşturulan portföyün risk-getiri maksimizasyonunun 32 gün düzeyinde gerçekleşebileceği, 32 gün altında ya da üstünde oluşturulan portföyle riskin getirinin üzerinde olacağını göstermektedir.

Kaynaklar

- Albora, A. M., Ucan, O. N., Hisarlı, Z. M., Stümpel, H., “*Sivas-Kuşaklı Uygarlığının Dalgacık Yöntemi Kullanılarak Arkeo-Jeofizik Araştırılması*”, Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, 2002, ss.59-69.
- Almasri, A., Shukur, G., “*An Illustration of the Causality Relationship Between Government Spending and Revenue Using Wavelets Analysis on Finnish Data*”, Journal of Applied Statistics, 30(5), 2003, ss.571-584.
- Ang, A., J. Chen, “*Asymmetric Correlations of Equity Portfolios*”, Journal of Financial Economics, 63, 2002, ss. 443-494.

- Aytaç, U., Dalgacıklar Teorisi, Bitirme Projesi, ITU Mühendislik Fakültesi, Matematik Bölümü, 2004.
- Brailsford T. J., Faff, R. W., Testing the Conditional CAPM and the Effect of Intervaling: A Note, Pacific-Basin Finance J., 5, 1997, ss.527–37.
- Brailsford, T. J., Josev, T., “*The Impact of Return Interval on the Estimation of Systematic Risk*”, Pacific-Basin Finance J., 5, 1997, ss.353–72.
- Cohen, K., Hawawini, G., Mayer, S., Schwartz R., Whitcomb, D., The Microstructure of Securities Markets (Sydney: Prentice-Hall), 1986.
- Çetin, U., Kucur, O., “*Dalgacık Dönüşümü Metodu ile Deprem İşaretlerinde Faz Geliş Zamanlarının Tesbiti*,” 11. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları (SİU) Kurultayı, İstanbul, 18-20 Haziran, 2003a.
- Çetin, U., Kucur, O., “*Dalgacık Dönüşümü Metodu ile Faz Geliş Zamanlarının Tesbiti*,” 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul Teknik Üniversitesi, 26-30 Mayıs, 2003b.
- Dalkir, M., “*A New Approach to Causality in the Frequency Domain*”, Economics Bulletin, 3(44), 2004, ss. 1-14.
- Daubechies, I., “*Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelets*”, Communications on Pure and Applied Mathematics, 41, 1988, ss.909-996.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., “*Likelihood Ratio Statistics for an Autoregressive time Series with a Unit Root*”, Econometrica, 55, 1981, ss.251-276.
- Dirgenali F, Kara S, “*Yapay Sinir Ağları ve Dalgacık Dönüşümü Kullanılarak Damar Sertliği Hastalığının Teşhisi*”, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT’05), 25-27 Mayıs, 2005.
- Fernandez, V. P., “*The International CAPM and a Wavelet-based Decomposition of Value at Risk*”, Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics, 9(4), 2005, ss. 83-119.
- Fernandez, V., “*The CAPM and Value at Risk at Different Time-scales*”, International Review of Financial Analysis, 15(3), 2006, ss.203-219.
- Frankfurter G., Leung, W., Brockman, W., “*Compounding Period Length and the Market Model*”, J. Economics Business, 46, 1994, ss.179–93.

- Gallegati, M., “*A Wavelet Analysis of MENA Stock Markets*,” Finance 0512027, Econwpa, 2005a, [Http://Ideas.Repec.Org/P/Wpa/Wuwpfi/0512027.Html](http://Ideas.Repec.Org/P/Wpa/Wuwpfi/0512027.Html), [Erişim:27.03.2006]
- Gallegati, M., “*Stock Market Returns and Economic Activity: Evidence from Wavelet Analysis*”, Mimeo, DEA and SIEC, Universit Politecnica dele Marche, 2005b.
- Gallegati, M., Gallegati, M., “*Wavelet Variance and Correlation Analyses of Output in G7 Countries*”, Mimeo, DEA, Universit Politecnica dele Marche, 2005.
- Gençay, R., Selcuk, F., Whitcher, B., An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics (Academic Press), 2002.
- Gençay, R., Selcuk, F., Whitcher, B., “*Systematic Risk and Timescales*”, Quantitative Finance, 3 (2), 2003, ss.108-116.
- Gençay, R., Selcuk, F., Whitcher, B., “*Multiscale Systematic Risk*”, Journal of International Money and Finance, 24 (1), 2005, ss. 55-70.
- Hawawini, G., “*Why beta shifts as the return interval changes*”, J. Financial Analysts 39, 1983.
- Handa, P., Kothari, S. P., Wasley, C., “*The Relation Between the Return Interval and Betas: Implications for the Size Effect*”, J. Financial Economics, 23, 1989, ss.79–100.
- Handa, P., Kothari, S. P., Wasley, C., “*Sensitivity of Multivariate Tests of the Capital Asset Pricing to the Return Interval Measurement*”, J. Finance, 48, 1993, ss.15–43.
- In, F., Kim, S. “*The Hedge Ratio and the Empirical Relationship Between the Stock and Futures Markets: A New Approach Using Wavelets*”, The Journal of Business, 79, 2006, ss.799-820
- Kara, S., Dirgenali, F., Okkesim, Ş., “*Diyabetli Hastalarda Düzensiz Mide Ritimlerinin Dalgacık Dönüşümü Kullanılarak Teşhisi*”, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT’05), 25-27 Mayıs, 2005.

- Kim, S., In, H.F., “*The Relationship Between Financial Variables and Real Economic Activity: Evidence from Spectral and Wavelet Analyses*”, Studies in Nonlinear Dynamic & Econometrics, 7(4), 2003.
- Kim, S., In, F., “*The Relationship Between Stock Returns and Inflation: New Evidence from Wavelet Analysis*”, Journal of Empirical Finance, 12(3), 2005a, ss.435-444.
- Kim, S., F. In, “*Multihorizon Sharpe Ratio*,” Journal of Portfolio Management 31, 2005b, ss.105-101.
- Kim, S., In, F., “*On the Relationship Between Changes in Stock Prices and Bond Yields in the G7 Countries: Wavelet Analysis*”, Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 17(2), 2007, ss.67-179.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B. , Schmidt, P., Shin, Y., “*Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root*”, Journal of Econometrics, 54, 1992, ss.159-178.
- Lee, H. S., “*International Transmission of Stock Market Movements: A Wavelet Analysis*”, Applied Economics Letters, 11(3/20), 2004, ss.197-201.
- Lin, S., Stevenson, M., “*Wavelet Analysis of the Cost-carry Model*”, Studies in Nonlinear Dynamic & Econometrics, 5(1), 2003, ss.87-102.
- Lintner, J., “*The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*”, Review of Economics and Statistics, 47, 1965, ss.13-37.
- Mallat, S., “*A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The wavelet Representation*”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11, 1989, ss.674-693
- Mossin, J., Equilibrium in a Capital Asset Market, Econometrica, 34, ss.68-83.
- Percival, D. B., “*On Estimation of the Wavelet Variance*”, Biometrika, 82(3), 1995, ss.619-631.
- Percival, D. B., Walden, A. T., Wavelet Methods for Time Series Analysis (Cambridge University Pres), 2000.

- Phillips, P. C. B., Peron, P. “Testing For a Unit Root in Time Series Regression,” *Biometrika*, 75, 1988, ss.335–346.
- Ramsey, J. B., Lampart, C., “Decomposition of Economic Relationships by Timescale Using Wavelets”, *Macroeconomic Dynamics*, 2(1), 1998, ss.49–71.
- Robinson, P. M., “Log-periodogram Regression of Time Series with Long-range Dependence”, *Annals of Statistics* 23, 1995, ss.1048–1072.
- Roll, R., “A Critique of the Asset Pricing Theory’s Tests; Part I: On Past and Potential Testability of the Theory”, *Journal of Financial Economics*, 4, 1977, ss. 129-176.
- Sharpe, William F., “Capital Asset Prices: A Theory of Market equilibrium Under Conditions of Risk”, *Journal of Finance*, 19 (3), 1964, ss.425-442.
- Selçuk, F., Dalgacılar: Yeni Bir Analiz Yöntemi, *Bilkent Dergisi*, Mart, 2005
- Okkesim, Ş., Kara, S., Uysal, T., Yağcı, A., “Pre-Ortodontik Trainer Aparenti Kullanılan Hastalarda Çene Kaslarının Elektromyogram ve Ayrık Dalgacık Dönüşümü ile Analizi”, *Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT’06)*, İstanbul, 25-28, Mayıs, 2006.
- Ulusoy, I., Halıcı, U., Karakaş, S., Leblebicioğlu, K., Atalay, V., İşitsel Uyarılar Sonucu Oluşan EEG Sinyallerinin Dalgacık Dönüşümü Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırılması, 7.Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı (SİU’99), 1999, s.386-390.
- Özün, A., Çifter, “Bankaların Hisse Senedi Getirilerinde Faiz Oranı Riski: Dalgacıklar Analizi ile Türk Bankacılık Sektörü Üzerine Bir Uygulama”, *Bankacılar Dergisi*, Sayı 59, 2006, ss.1-15.
- Treynor, Jack, “Towards a Theory of Market Value of Risky Assets”, Unpub. Manuscript, 1961.
- Zhang, C., Farley, A., “A Multiscaling Test of Causality Effects Among International Stock Markets”, *Neural, Parellel and Scientific Computations*, 12(1), 2004, ss.91-112.