

BORSA İSTANBUL'DA İŞLEM GÖREN ŞİRKETLERİN KAPANIŞ FİYATLARI İLE İŞLEM MİKTARLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN FONKSİYONEL KANONİK KORELASYON İLE ANALİZİ*

M. Suphi ÖZÇOMAK¹
Murat GÜNDÜZ²

ÖZ

Son yıllarda uluslararası literatürde geniş bir uygulama alanı bulan fonksiyonel veri analizi yöntemleri, fonksiyonel veri yapılarının incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören şirketlerin kapanış fiyatları ile işlem miktarları önce fonksiyonel veriye dönüştürülmüş daha sonra söz konusu veri setleri arasındaki ilişki fonksiyonel kanonik korelasyon analizi yöntemiyle araştırılmıştır. Sermaye piyasalarında gerçekleşen işlemlere ilişkin önemli göstergelerden sayılan kapanış fiyatları ile işlem miktarları arasındaki ilişkinin ortaya konulması, piyasa yapısı hakkında bilgi vermesi bakımından oldukça önemlidir. Yapılan analiz sonucunda kapanış fiyatı ile işlem miktarı veri setlerine ait ortalama fonksiyonlar elde edilmiş ve işlem miktarındaki ortalama değişimin kapanış fiyatına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. 0,01 düzgünleştirme seviyesinde fonksiyonel kanonik korelasyon katsayısı 0,88 olarak ölçülmüştür. Bu değer iki değişken seti arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel Veri Analizi, Fonksiyonel Kanonik Korelasyon Analizi, Düzgünleştirme, BIST.

JEL Sınıflandırması: C13, C49, C14.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CLOSING PRICE AND TRADING VOLUMES OF THE COMPANIES THAT TRADING ON İSTANBUL STOCK EXCHANGE BY FUNCTIONAL CANONICAL CORRELATION

ABSTRACT

Having found a large scope of application in international literature in recent years, functional data analysis methods are used for the purpose of studying the functional data structures. In this study, closing price of the companies trading on İstanbul Stock Exchange and their trading volumes are turned into functional data and then the relationship between the aforementioned data sets is researched through functional canonical correlation analysis. Regarded as important indicators related to activities performed in the capital markets reveal the relationship between the closing prices and trading volumes, the market is very important for giving information about the structure. As a result of the analysis, closing price and trading volume, average functions with regard to data sets have been obtained and average change on trading volume has been seen the highest level in comparison to closing price. In the smoothing level of 0,01, functional canonical correlation coefficient has been measured as 0,88. This value indicates that there is a strong correlation among these two data sets.

Keywords: Functional Data Analysis, Functional Canonical Correlation Analysis, Smoothing, BIST.

JEL Classification: C13, C49, C14.

* Bu çalışma 24-26 Mayıs 2012 tarihleri arasında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin Gazimağusa kentinde düzenlenen 13. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Konferansı'nda bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü, sozcomak@atauni.edu.tr.

² Yrd.Doç.Dr., Uşak Üniversitesi İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü, emurat.gunduz@usak.edu.tr.

1. Giriş

Borsada gerçekleşen işlemlerin analiz edilebilmesi için dünya borsalarında kabul gören birkaç analiz yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler temel analiz, finansal analiz ve teknik analiz başlıkları altında toplanmaktadır. Temel analizde ülkenin tüm ekonomik hareketleri incelenip gelecek projeksiyonu buna göre belirlenir. Finansal analizde borsada işlem gören şirketlerin bilançoları üzerinden analiz gerçekleştirilir. Teknik analizde ise borsada oluşan her türlü veri incelenmekle birlikte esas olan fiyatlardır. Bu anlamda en yüksek fiyat, en düşük fiyat, açılış ve kapanış fiyatları, işlem miktarları, işlem hacmi ve sözleşme sayısı (işlem sıklığı) gibi veriler teknik analizde kullanılan temel bilgilerdir. Kapanış fiyatları ile işlem miktarları arasındaki ilişki, sermaye piyasalarında gerçekleşen işlemlere ilişkin önemli göstergelerden kabul edilmektedir. İşlem miktarının incelenmesi borsa analizlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Borsa analizcileri tarafından el değiştiren hisse sayısının, değişen fiyatlar üzerinde nelerin daha etkili olduğunun anlaşılmasında önemli bir gösterge olduğu düşünülmektedir. (Sarı, 1992:244).

Literatürde hisse senedi fiyatları ile işlem miktarı, işlem hacmi ve işlem sıklığı arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan Karpoff (1987) bu hususta teorik ve ampirik olarak detaylı bir inceleme yapmış ve bu ilişkinin önemini belirten çeşitli hususlar öne sürmüştür. Buna göre fiyat ve hacim bileşenleri arasındaki ilişki, piyasaya bilgi akışı, bu bilginin nasıl yayıldığı ve yeni gelen bu bilgilere verilen tepkiler açısından piyasa yapıları hakkında açıklayıcı bilgiye sahiptir. Bunun yanında fiyat ve hacim bileşenleri arasındaki ilişkinin derecesinin belirlenmesi durumunda piyasaya yönelik tahminlerin gücünün artacağı ifade edilmektedir. Bir diğer husus da fiyat ve hacim bileşenleri arasındaki ilişkinin vadeli opsiyon borsalarına yönelik çıkarımlarda bulunmaya imkan sağlamasıdır. Çünkü bu piyasalarda işlem hacmi, fiyatlardaki değişkenlikten oldukça etkilenmektedir.

Fiyat ile miktar ya da bileşeni olduğu hacim arasındaki ilişkiyi araştıran çoğu çalışmada nedensellik ilişkisinin incelendiği görülmektedir. Chen v.d. (2001) hisse senedi getirisi, işlem miktarı, volatilité ve borsa endeksi arasındaki dinamik ilişkiyi araştırmışlar ve fiyat değişimlerinin miktar değişimlerinin nedeni olduğunu tespit etmişlerdir. Lee ve Rui (2002) araştırmalarında New York, Tokyo ve Londra borsalarının her üçünde de işlem hacminin getirinin Granger nedeni olmadığını, New York ve Tokyo piyasalarında ise fiyattan hacme doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna varmışlardır. Deo v.d. (2008) seçtikleri yedi ulusal Asya-Pasifik borsasında fiyat değişimlerinin mutlak değeri ile işlem hacmi arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve seçilen piyasaların birçoğunda fiyatın hacmi, hacminde fiyatı etkilediğini tespit etmişlerdir.

Borsa İstanbul üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, Umutlu (2008) fiyattan hacme doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ve fiyat ile işlem

hacmi değişimlerinin geçmiş dört günlük değerlerinin, işlem hacminin gelecekteki değişimlerini etkileyebileceği sonucuna varmıştır. Kayalidere v.d. (2009) 2001-2008 yılları arasında BIST-30 ve BIST-50'de yer alan hisse senetlerinin fiyat-işlem hacmi, fiyat-işlem adedi, işlem adedi-fiyat ve işlem hacmi-fiyat nedenselliklerini araştırmış ve özellikle beş gecikme ve daha fazlası için hisse senedi fiyat değişimlerinin, işlem adedi ve işlem hacmi değişimlerinin Granger nedeni olduğunu tespit etmişlerdir. Boyacıoğlu v.d. (2010) çalışmalarında 1997- 2009 dönemi aylık verilerini kullanarak BIST Ulusal 100 Endeksinin getiri volatilitesi ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda getirinin volatilitesi ile işlem hacmi arasında iki yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğu ortaya çıkmış ve değişkenler arasında uzun dönemli, işlem hacminden volatiliteye doğru negatif yönlü ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

2. Fonksiyonel Veri Analizi

Teknolojik gelişmelerle birlikte yüksek miktarda verinin hızlı bir şekilde toplanması mümkün hale gelmiştir. Verilerin yoğun bir şekilde gözlenmesiyle örnek hacmi oldukça genişlemiş ve bu verileri analiz etmede klasik teknikler yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu konudaki araştırmalar yeni bir veri anlayışının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu anlayışa göre veriler, gözlemleri oluşturduğu düşünülen çeşitli fonksiyonların etkisini yansıtmaktadır. Bir başka deyişle veriler aslında arka plandaki bir fonksiyondan örneklenmektedir. Böylece veriler gözlem noktaları olarak değil de fonksiyonlar olarak yani ordinat sisteminde gösterilebilen eğriler olarak ele alınır ve bu tür veriler fonksiyonel veri olarak adlandırılır. Bu verilere klasik çok değişkenli istatistik metodları uygulanabilir, ancak bu metodlar fonksiyonların içerdiği bilgileri ortaya koymada yeterli değildir. Fonksiyonel verileri analiz etmek için genelde fonksiyonlarda ve bunların türevlerinde bulunan ek bilgileri ortaya çıkarabilen metodlar "Fonksiyonel Veri Analizi" (FVA) metodları olarak ifade edilir (Levitin vd., 2007: 135-155).

FVA'da i .inci gözlem aslında $x_i(t)$ ($i=1,2, N$) biçiminde reel bir sürekli fonksiyon olmasına rağmen, veriler genellikle birbirlerinden ayrı noktalarda gözlemlenir. FVA'da verilerin genel gösterim şekli;

N : örnek büyüklüğü (hacmi),

n_i : i .inci örnek bireyi için yapılan ölçüm sayısı,

t_{ij} , i .inci örnek bireyi için j .inci ölçümlemenin alındığı nokta,

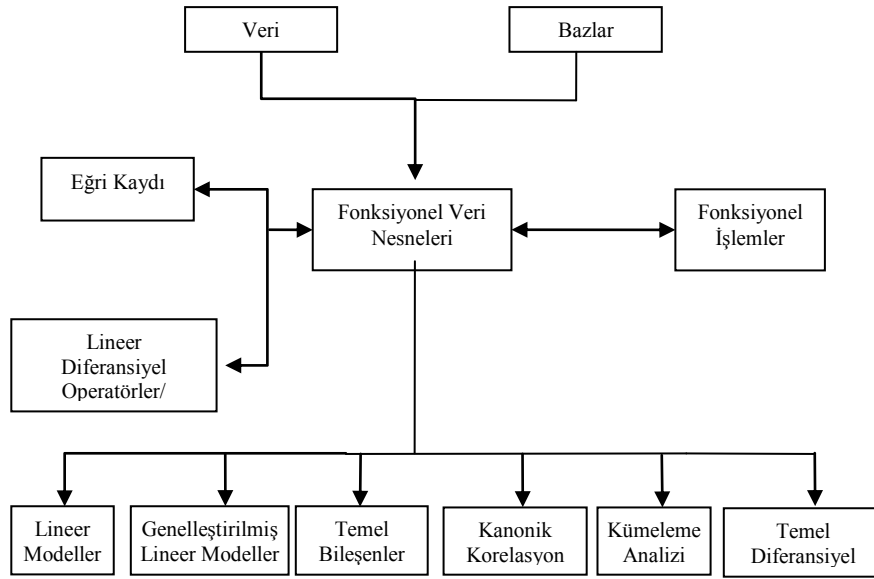
y_{ij} , y karakteristiğinin ya da değişkeninin t_{ij} noktasındaki değeri olmak üzere

i .inci birey için yapılan gözlemler, $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in-1}, y_{in}$ şeklinde verilebilir.

N hacimlik şans örneğini oluşturan veri seti ise, y_{ij} , $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, n_i$ olarak ifade edilir. Her bir gözlem için inceleme yapılan nokta sayısı eşit ve aynı noktalarda alınmak zorunluluğu yoktur (Keser, 2008:916).

Kesikli gözlenmiş verilerin fonksiyonel nesnelere dönüştürülmesinden başlayarak uygulanabilecek analiz yöntemlerini gösteren FVA'ya ait akış diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir:

Şekil 1: Fonksiyonel Veri Analizi Akış Diyagramı



Kaynak: Clarkson vd., 2005: 21.

FVA tekniklerini gösteren akış diyagramı aşağıdaki adımları içermektedir (Ramsay, 2005: 5-6):

1. Ham veri toplanır, seçilir ve düzenlenir. t olarak gösterilen tek boyutlu bir değer için t 'nin fonksiyonları kesikli t_j ($j=1, \dots, n$) örnek değerlerinde gözlemlenir. Bu değerler eşit aralıklı olmayabilir. t 'nin gözlemlenebilen birden fazla fonksiyonu olabilir ya da $X(t)$, $Y(t)$ ve $Z(t)$ ordinat eksenlerinde gözlemlenebilen fonksiyonları da içerebilir.

2. Bir sonraki adımda, kesikli gözlenmiş veriler baz fonksiyonlar kullanılarak fonksiyonel şekle çevrilir. Bununla kastedilen gözlemlenen ham verilerin bazı aralıklar boyunca bütün t_j 'ler için değerlendirilebilen bir x_i fonksiyonunun tanımlanmasıdır. Bunu yapmak için bir baz fonksiyon belirlenmelidir. Baz fonksiyon sistemi esas fonksiyonu tanımlamak için doğrusal olarak birleştirilen parçalı fonksiyon sistemidir. Böylece veri fonksiyonel veri nesnesi olarak düzenlenir.

3. Daha sonra fonksiyonlar için grafikler ve özet istatistikler geliştirilir. Bunlar, ortalama ve varyans gibi fonksiyonel bilgiler kullanılarak özet fonksiyonlar şeklinde oluşturulabilir.

4. Her bir eğride aynı değerler için fonksiyonların kayıt ya da hizalanması gerekebilir. Bu süreç dikey eksende *genişlik değişimi* yatay eksende *faz değişimi* olarak adlandırılır.

5. Fonksiyonel veri nesnelere üzerinde araştırmacı analizler uygulanabilir. Bu analizlere örnek olarak temel bileşenler analizi, kanonik korelasyon analizi, temel diferansiyel analizi ve lineer regresyon analizi gösterilebilir.

6. Veriler için modeller inşa edilebilir. Bu modeller fonksiyonel lineer modeller ya da diferansiyel eşitlik modelleri şeklinde kurulabilir. Modeller, özel analizlere uygun özet fonksiyonlar ve özel çözümler yardımıyla değerlendirilir.

3. Yöntem

3.1. Fonksiyonel Veri Nesnelere Dönüşüm

FVA'nın ilk adımı, y_{ij} gözlem değerlerini herhangi bir t değeri için hesaplanması mümkün olan bir $x_i(t_j)$ reel sürekli fonksiyonuna dönüştürmektir. Ham veriler kullanılarak fonksiyonel nesnelere dönüşüm süreci farklı metotlar içerebilir. Ölçüm doğru bir şekilde yapılmış ve ölçüm işlemi iyi kontrol edilmiş ise, gözlenen veriler fonksiyonel veri nesnelere interpolasyon yöntemiyle dönüştürülür. Bu durumda sıklıkla görülen eşit olmayan aralıklara sahip seri problemi hafifler. Ancak, verilerde ölçüm hatası mevcutsa, fonksiyonel dönüşüm süreci düzgünleştirme adı verilen bir yöntemle yapılır (Henderson, 2006:67, Ramsay ve Silverman, 2005:11). Orijinal veriler fonksiyonlara dönüşürken asıl grafiklerinde görülen sivrilikler eğrisel forma dönüşerek belli oranda düzgünleşir. Yüksek düzgünleştirme seviyeleri orijinal verilerde bilgi kaybına yol açabileceği için bundan kaçınmak gerekir. Bu yüzden düzgünleştirmenin kontrolünü sağlayabilmek amacıyla pürüzlü ceza yöntemi kullanılır. Bu adım sonucunda düşük boyutlu bir fonksiyonel nesne elde edilir. Böylece ortaya çıkan fonksiyonel nesne, verilerdeki değişkenliğin araştırılması ve çeşitli istatistiksel yöntemlerle analiz amacıyla kullanılabilir. Ölçüm hatası modeli ile birlikte yazıldığında gözlenen değerler:

$$y_{ij} = x_i(t_j) + \varepsilon_j, \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. FVA'da genellikle alta yatan $x_i(t_j)$ fonksiyonunun düzgün olduğu yani gözlenmiş y_{ij} ve y_{ij+1} ardışık veri değerleri çiftinin bir ölçüde bağlı olması ve birbirlerinden çok farklı olmaması gerektiği belirtilmek istenir. Ancak, ölçüm hatası olarak adlandırılan sebepten dolayı gerçekte gözlenen veriler o kadar da düzgün olmayabilir. Burada hata (gürültü, bozulma, düzensizlik) ya da diğer dış kaynaklı ε_j koşulu ham verilere pürüzlülük getirir. Ham verilerin fonksiyon olarak temsilindeki görevlerden biri de bu hata payını olabildiğince etkin şekilde filtrelemeye çalışmaktır (Ramsay, 2008: 3-5).

Verilerin fonksiyonlara dönüşümündeki ilk adım baz fonksiyon ailesini seçmektir. Baz fonksiyonu seçimi;

- Verilerin niteliğine,
- Uygulamanın sağladığı düzgünleştirme seviyesine,
- Üzerinde çalışılmak istenen veri yönlerine,
- Veri büyüklüğüne ve
- Gerçekleştirilmesi planlanan analiz türlerine bağlıdır.

Baz fonksiyonlarıyla ilgili farklı seçenekler mevcuttur. Bunlar splaynlar, Fourier serisi, polinomlar, dalgacık baz, üstel, poligon, sabit ve adım bazlar olarak sayılabilir. Günümüzdeki çoğu FVA teknikleri, periyodik veriler için Fourier bazları, periyodik olmayan veriler içinse B-splayn bazları önermektedir. Türevler gerekli olmadığında dalgacık bazları gittikçe daha fazla kullanılmaktadır. Polinom bazların kullanımı giderek azalsa da basit fonksiyonel problemlerde kullanılmaya devam etmektedir (Henderson, 2006: 67-68).

3.2. Fonksiyonel Kanonik Korelasyon Analizi

Hotelling tarafından geliştirilmiş bir teknik olarak kanonik korelasyon analizi (KKA), iki değişken seti arasındaki ilişkinin tanımlanmasını ve hesaplanmasını araştırır (Johnson ve Wichern, 2002: 543). Değişken setlerinden birinin bağımlı diğerinin bağımsız değişken seti olarak tanımlanması söz konusu ise KKA'nın amacı, bağımsız değişken seti ile bağımlı değişken seti arasındaki ilişkinin boyutunu incelemektir. Fakat KKA'da bu ayrımın yapılması yani değişken setlerinin bağımlı ve bağımsız değişken seti olarak ayrılması zorunlu değildir (Albayrak, 2006: 238).

Fonksiyonel kanonik korelasyon analizi (FKKA) ise verilerin fonksiyonlardan (eğrilerden) oluştuğu iki veri seti arasında birbirleriyle ilişki içinde olan eğrileri ve bunlar arasındaki değişkenlik modlarını araştırır (Ramsay ve Silverman, 2005: 201). Diğer bir deyişle FKKA, uygun bir örnek üzerinde gözlenen rastgele eğri çiftleri arasındaki korelasyonların niceliğini belirlemek için kullanılan bir araçtır (He vd., 2004: 141-142).

Klasik KKA'da n gözlemden oluşan q sayıda bağımsız değişken (X_i , $i=1, \dots, q$) ile p sayıda bağımlı değişkenin (Y_i , $i=1, \dots, p$) doğrusal bileşenlerinden türetilen kanonik değişken çiftleri arasındaki en büyük korelasyonu veren doğrusal bileşen çiftleri araştırılırken, FKKA'da ise $X_i(t)$ ve $Y_i(t)$ fonksiyon çiftlerinden elde edilen ağırlık fonksiyonları arasındaki korelasyonlar belirlenmeye çalışılır (Clarkson, 2005: 146).

3.3. Fonksiyonel Kanonik Değişkenlerin Elde Edilmesi

FKKA'da kanonik değişkenleri elde etmek için $X_i(t)$ ve $Y_i(t)$ fonksiyon kümelerinden türetilen, ağırlık fonksiyonu olarak adlandırılan ve $\xi(t)$ ve $\eta(t)$ ile gösterilen kanonik ağırlık fonksiyon çiftleri kullanılır. Böylece bu fonksiyon çiftlerinin integralinin alınmasıyla kanonik değişkenler oluşturulur. Bu bağlamda $Z_i(t)$ ve $W_i(t)$ fonksiyonlarıyla gösterilen kanonik değişkenler aşağıdaki şekilde hesaplanır (Ghebreab vd., 2007: 393-397):

$$\begin{aligned} Z_i(t) &= \int \xi_i(t) X_i(t) dt \\ W_i(t) &= \int \eta_i(t) Y_i(t) dt \end{aligned} \quad (2)$$

Birinci kanonik değişkenler olan $Z_1(t)$ ve $W_1(t)$ fonksiyonları arasındaki korelasyon ρ_1 ile gösterilir ve birinci kanonik korelasyon olarak adlandırılır. Birinci kanonik değişkenler bulunduktan sonra bunlardan bağımsız olarak sırayla ($Z_2(t)$, $W_2(t)$),..., ($Z_n(t)$, $W_n(t)$) şeklinde n sayıda kanonik değişkenler ve (ρ_2 , ..., ρ_n) kanonik korelasyonları bulunur. Yani n sayıda kanonik değişken seti birbirinden bağımsız ve bu değişken setleri arasındaki kanonik korelasyonlar maksimum olacak şekilde tanımlanmaktadır. İlgili birinci kanonik değişken çifti aşağıdaki şekilde tanımlanır (Ramsay ve Silverman, 2005: 202):

$$\begin{aligned} Z_1(t) &= \int \xi_1(t) X_1(t) dt \\ W_1(t) &= \int \eta_1(t) Y_1(t) dt \end{aligned} \quad (3)$$

ρ_2 korelasyonunu maksimize eden $\xi_2(t)$ ve $\eta_2(t)$ ikinci kanonik ağırlık fonksiyonu çifti için ikinci kanonik değişkenler de aynı şekilde bulunur. Bu ikinci küme ilkinin göre ortogonaldır ve aşağıdaki kısıtları karşılar:

$$\begin{aligned} \int \xi_1(t) \xi_2(t) dt &= 0 \\ \int \eta_1(t) \eta_2(t) dt &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Bu işlem N ($i = 1, \dots, N$) ana korelasyon modları bulunana kadar tekrar edilir. Böylece $Z_i(t)$ ve $W_i(t)$ fonksiyonlarıyla gösterilen kanonik değişken fonksiyon çiftleri arasındaki korelasyonu maksimize eden bileşenlerin bulunması hedeflenir. Bu bileşenler arasındaki korelasyon, fonksiyonel kanonik korelasyon olarak adlandırılır ve aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanır (Ghebream vd., 2007: 393-397):

$$\rho_{\xi, \eta} = \frac{\text{Kov}(Z_i(t), W_i(t))}{\sqrt{\text{Var}(Z_i(t)) \text{Var}(W_i(t))}} = \frac{\text{Kov}(\int \xi_i X_i, \int \eta_i Y_i)}{\sqrt{\text{Var}(\int \xi_i X_i) \text{Var}(\int \eta_i Y_i)}} \quad (5)$$

Birinci kanonik değişkenlere odaklanıldığında $\text{kkor}(\xi, \eta)$ 'i en büyüğe çıkaran ξ ve η fonksiyonlarının bulunması için, $\text{Kov}(\int \xi X_i, \int \eta Y_i)$ değerinin maksimum olması gerektiği düşünülmektedir. Bunun için aşağıdaki kısıtların sağlanması gerekir:

$$\text{Var}(\int \xi X_i) = \text{Var}(\int \eta Y_i) = 1 \quad (6)$$

Ancak, bu alanda yapılmış olan teorik çalışmalar bu maksimizasyon işleminin anlamlı bir sonuç ortaya çıkarmadığını göstermektedir (Ramsay ve Silverman, 2005: 205). Fonksiyonel verilerin çok boyutluluğu sebebiyle, kanonik korelasyonu 1'e eşit duruma getirecek kanonik ağırlık fonksiyonlarının bulunabileceğinden dolayı fonksiyonel kanonik korelasyon analizinde pürüzlü ceza yönteminin kullanımı temel bir noktada bulunmaktadır (Leurgans vd., 1993: 727-730).

Düzenleştirmeyi doğrudan uygulayabilmek için pürüzlü ceza terimleri aşağıdaki şekilde eklenerek kısıtlar değiştirilir:

$$\text{Var}(\int \xi X_i) + \lambda \|D^2 \xi\|^2 = \text{Var}(\int \eta Y_i) + \lambda \|D^2 \eta\|^2 = 1 \quad (7)$$

burada λ pozitif düzenleme parametresidir.

Kısıtlara pürüzlü ceza terimi eklemenin etkisi, kanonik değişken olacak belli adaylar değerlendirilirken bunların sadece varyanslarının değil, pürüzlülüklerinin de dikkate alınması ve bu iki değer ağırlıklı toplamının kovaryans terimiyle karşılaştırılmasıdır. Yukarıda verilen kısıtlara tabi olan $\text{Kov}(\int \xi X_i, \int \eta Y_i)$ değerini maksimize etme problemi, aşağıdaki şekilde tanımlanan cezalı örnek korelasyonunu en yükseğe çıkarmaya eşdeğerdir:

$$\rho_\lambda(\xi, \eta) = \frac{\text{Kov}(\int \xi X_i, \int \eta Y_i)}{\sqrt{(\text{Var}(\int \xi X_i) + \lambda \|D^2 \xi\|^2)(\text{Var}(\int \eta Y_i) + \lambda \|D^2 \eta\|^2)}} \quad (8)$$

Bu işlem düzenlenmiş kanonik korelasyon analizi olarak adlandırılır (Ramsay ve Silverman, 2005: 206).

λ değeri büyüdükçe pürüzlü cezaya daha fazla vurgu yapılır ve düzenlenmiş FKKA ile bulunan gerçek değişken korelasyonu daha küçük hale gelir. İyi bir düzenleme parametresi seçimi, bir çift kanonik değişkene oldukça düzgün ağırlık fonksiyonları ve aşırı düşük olmayan bir korelasyon vermek için şarttır. Düzenleme parametresi subjektif olarak seçilebilir, bunun yanında otomatik seçim yöntemleri de mevcuttur.

4. BIST'da İşlem Gören Şirketler Üzerine Uygulama

Bu çalışmada araştırmacılar tarafından hisse senedi piyasalarında gerçekleşen işlemlere ilişkin önemli göstergelerden sayılan kapanış fiyatları ile işlem miktarları arasındaki ilişki araştırılmıştır. BIST sözlüğüne göre *kapanış fiyatı* “bir seansta borsa kaydına alınan (tescil edilen) en son işlemin fiyatı” olarak tanımlanmaktadır. *İşlem miktarı* ise “bir piyasada, bir seansta ya da belli bir dönemde alınıp satılan (el değiştiren) menkul kıymet adedi” olarak tanımlanmaktadır (<http://www.imkb.gov.tr/glossary/g-m/isedictionary.g.aspx>. Erişim tarihi: 15.03.2012). İşlem miktarı aynı zamanda arz ile talep arasındaki gücün ölçüsü olarak da ifade edilmektedir. İşlem miktarının incelenmesi borsa analizlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Borsa analizcileri tarafından el değiştiren hisse sayısının, değişen fiyatlar üzerinde nelerin daha etkili olduğunun anlaşılmasında önemli bir gösterge olduğu düşünülmektedir. Örneğin bir hissenin fiyatının düşerken işlem miktarının az olması, satış isteğinin az olmasına yorulmakta, fiyat düşerken miktarın artması ise satıcıların o hisseden kurtulmak istediklerini göstermektedir (Sarı, 1992: 244).

4.1. Veri Seti

Uygulamanın verileri BIST’da işlem gören şirketlerden elde edilmiştir. Değişken seti olarak bu şirketlere ait kapanış fiyatı ve işlem miktarı verileri ele alınmıştır. 2011 yılı içerisinde BIST’da işlem gören şirketlerin haftalık olarak kapanış fiyatları ile işlem miktarlarındaki değişim yüzdesel olarak hesaplanmış ve bu şekilde veri setini oluşturmuştur. Bu kapsamda veriler, cari haftanın son işlem günü itibarıyla bir önceki haftaya göre yüzdesel değişimi alınarak toplanmıştır. Verilerin toplandığı zaman noktalarında işlem görmeyen, yıl içinde borsaya dahil olan, ayrılan yada yıl içinde belli bir süre işleme kapatılan şirket verileri analize dahil edilmemiştir. Bu şekilde verilerine ulaşılabilen şirket sayısı 234’tür. Veriler BIST’ın resmi internet sitesinden alınmıştır.

FKKA, FVA yöntemlerinden biri olduğu için bu uygulamada kullanılan veri seti fonksiyonel dönüşümden sonra elde edilen veri setidir. Verilerin fonksiyonlara dönüşümü ve FKKA’nın uygulanabilmesi amacıyla Matlab programlama dilinde kodlama yapılmıştır. Bu amaçla Matlab R2010a programı kullanılmıştır.

Uygulamada önce kesikli olarak gözlenmiş veriler düzgünleştirme olmadan fonksiyonel veriye dönüştürülmüş daha sonra seçilmiş 0.01, 0.1 ve 1 subjektif düzgünleştirme parametresi değerlerine göre fonksiyonel dönüşüm tekrarlanmıştır. Daha sonra çeşitli düzgünleştirme parametrelerine göre elde edilmiş fonksiyonel veri setleri için FKKA uygulanmıştır.

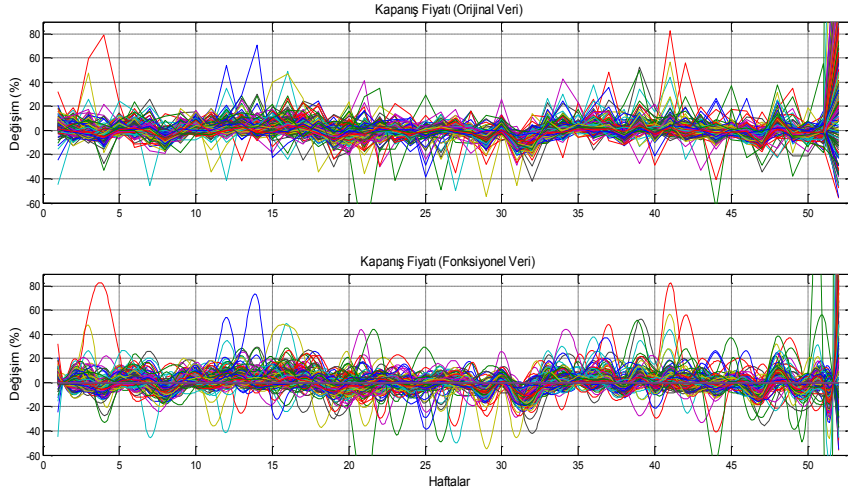
4.2. Fonksiyonel Dönüşüm

2011 yılı için 52 haftada gözlenen kapanış fiyatı ile işlem miktarı verilerinin fonksiyonel dönüşümü için periyodik olmayan veriler üzerinde sıklıkla kullanılan B-Splayn baz fonksiyon sistemi kullanılmıştır. 52 gözlem noktası için

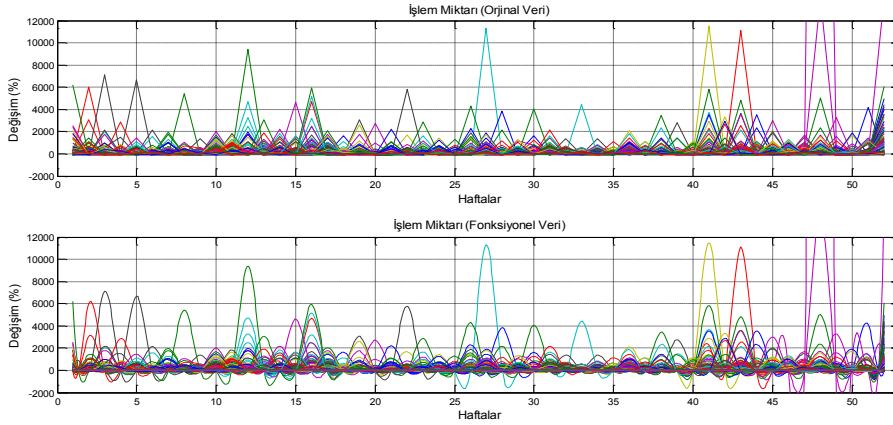
$$\text{Baz fonksiyon sayısı} = \text{Düğüm sayısı} + \text{basamak} - 2 \quad (9)$$

eşitliği (Ertaş ve Keser, 2008: 6) ile verilen formülün kullanılmasıyla dördüncü mertebeden 54 B-Splayn baz fonksiyon elde edilmiştir. Böylece kapanış fiyatı ve işlem miktarı verileri B-Splayn baz fonksiyonları kullanılarak fonksiyonel veriye dönüştürülmüştür.

Kapanış fiyatı orijinal verilerinin grafiği ile fonksiyonel verilerinin grafiği daha kolay değerlendirilebilmeleri amacıyla Şekil 2’de birlikte verilmiştir. Şekil 2’de orijinal verinin fonksiyonel veriye dönüşümü net bir şekilde görülmektedir. Orijinal verilerdeki keskin dönüşler fonksiyonel veride yerini daha yumuşak geçişlere bırakmıştır. Farklı hareket edenler olmakla birlikte şirketlerin büyük çoğunluğunun aynı haftalarda benzer yükseliş ve düşüşler gösterdiği, değişim aralığının yılın son haftası hariç \pm %80 aralığında seyrettiği ve \pm %20 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir.

Şekil 2: Kapanış Fiyatı Orijinal Veri ve Fonksiyonel Verisi.

Aynı şekilde işlem miktarı orijinal verilerinin grafiği ile fonksiyonel verilerinin grafiği daha kolay değerlendirilebilmeleri amacıyla Şekil 3’de birlikte verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde işlem miktarı orijinal verisi ile fonksiyonel verisi arasında değişim aralığı bakımından bir fark olmadığı gözlenmiştir. Orijinal veriler fonksiyonel veriye yani eğrilere dönüştüklerinde grafikteki tepe ve dip noktadaki sivriliklerin eğrisel forma uygun hale geldiği görülmektedir.

Şekil 3: İşlem Miktarı Orijinal Veri ve Fonksiyonel Verisi

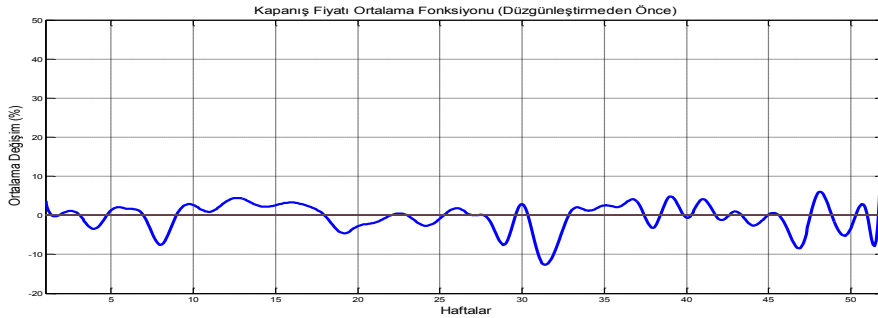
İşlem miktarı orijinal verilerindeki haftalık değişimin genel seyrinin %0-1000 aralığında olmasına rağmen bir çok şirket fonksiyonunun genel eğilimden farklı davranış gösterdiği görülmektedir. Bu yüzden belli haftalarda birlikte yükseliş ya da düşüş olup olmadığı net bir şekilde görülememektedir. Fonksiyonel verilerin ise genel olarak -%1000 ile +%2000 değişim aralığında yoğunlaştığı görülmekle birlikte haftalara göre yükseliş veya düşüş yönünde ortak hareketlerine ilişkin yorum yapmak oldukça zordur.

4.2.1. Ortalama Fonksiyonu

Üzerinde çalışılan veriler fonksiyonel veri olduğu için bunlara ait ortalamalarda fonksiyon şeklindedir. Şekil 4'de kapanış fiyatları için düzgünleştirmeden önceki ortalama fonksiyonu gösterilmiştir.

Ortalama fonksiyonu verilerin haftalık ortalama seyrini fonksiyonel olarak göstermektedir. Şekil 4'de kapanış fiyatlarındaki ortalama değişim görülmektedir. Değişim aralığı son hafta hariç $\pm\%10$ civarındadır. Bazı haftalarda ortalama fonksiyonunda belirgin düşüşler ve yükselişler görülmektedir. Örneğin 7-8. haftalar (18-25 şubat) ve 31-32. haftalardaki (5-12 ağustos) düşüş ile son haftadaki ani yükseliş dikkat çekicidir.

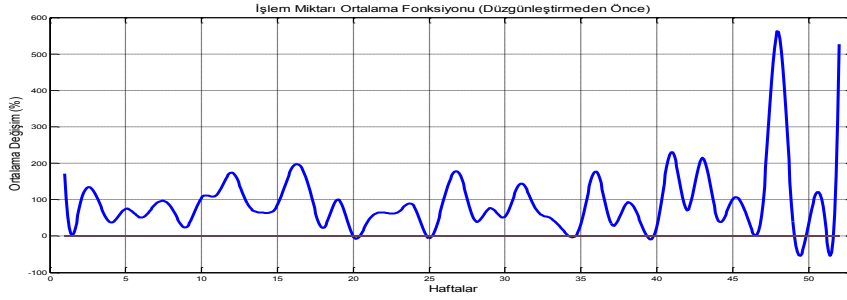
Şekil 4: Kapanış Fiyatı Fonksiyonel Verileri İçin Ortalama Fonksiyonu



Şekil 5'de işlem miktarları için düzgünleştirmeden önceki ortalama fonksiyonu gösterilmiştir. Şekil 5'den işlem miktarlarındaki ortalama değişim detaylı bir şekilde incelenebilir. Buna göre işlem miktarındaki ortalama değişim aralığının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yıl içinde ani artış ve azalışlar mevcuttur.

Kapanış fiyatındaki ortalama değişkenliğe göre işlem miktarındaki ortalama değişimin yüksek olması, işlem miktarındaki değişimin makroekonomik faktörler, siyasi etkenler ve piyasaya giren bir bilgiye piyasanın tepkisi gibi çeşitli etkenlere de ne kadar duyarlı olduğunun da bir göstergesidir. Değişim aralığı son birkaç hafta hariç genel olarak 0 ile +%200 arasında olmakla birlikte özellikle 48. (2 aralık) ve 52. (30 aralık) haftalarda keskin yükseliş ile 49. (9 aralık) ve 51. (23 aralık) haftalardaki düşüşler dikkat çekicidir.

Şekil 5: İşlem Miktarı Verileri İçin Düzgünleştirmeden Önceki Ortalama Fonksiyonu.



4.3. Fonksiyonel Kanonik Korelasyon Analizi Uygulaması

Fonksiyonel verilerin çok boyutlu olmaları sebebiyle aralarındaki kanonik korelasyon katsayısı 1'e eşit olabilecek farklı kanonik ağırlık fonksiyonları bulunabilir. Bu durumu düzelterek FKKA'nın uygulanabilmesi için fonksiyonel verilere belli bir miktar düzgünleştirme uygulanması gerektiği bölüm 3.3'de ifade edilmişti. Bu noktadan hareketle belirlenmiş olan düzgünleştirme parametresi değerlerine göre düzgünleştirilmiş fonksiyonel verilere uygulanan kanonik korelasyon analizi sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

FKKA'da, kullanılan baz fonksiyon sayısı kadar kanonik korelasyon katsayısı hesaplanmaktadır. Yani her bir düzgünleştirme seviyesinde 54 kanonik değişken çifti için kanonik korelasyon katsayıları hesaplanmış fakat daha sade bir gösterim amacıyla Tablo 1'de yalnızca ilk üç kanonik korelasyon katsayısı gösterilmiştir.

Tablo 1: Lambda 0.01, 0.1 ve 1 Seviyesinde Düzgünleştirilmiş Fonksiyonel Veri İçin Kanonik Korelasyon Katsayıları

	Lambda=0.01		Lambda=0.1		Lambda=1		
	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2	ρ	ρ^2	
Kanonik Değişken	1	0,88	0,77	0,85	0,72	0,78	0,61
	2	0,87	0,75	0,83	0,68	0,71	0,50
	3	0,86	0,73	0,81	0,65	0,66	0,44

Tablo 1 incelendiğinde 0.01, 0.1 ve 1 seviyesinde düzgünleştirilmiş fonksiyonel veriler için hesaplanan en yüksek kanonik korelasyon katsayılarının birinci kanonik değişken çifti için 0.88, 0.85 ve 0.78 olduğu görülmektedir. Bu da değişkenler arasında kuvvetli bir ilişki olduğu anlamına gelmektedir. İlk üç kanonik değişken için korelasyon katsayılarının oldukça yüksek olduğu, düzgünleştirme seviyesinin artmasıyla kanonik değişkenler için hesaplanan korelasyon katsayılarının azalmaya başladığı görülmektedir.

Kanonik korelasyon katsayıları hesaplandıktan sonra bu katsayılarla belirlenen işlem miktarı ile kapanış fiyatı arasındaki ilişkinin derecesine en yüksek katkıyı yapan şirketlerin belirlenmesi amacıyla standart ağırlıkların, kanonik yüklerin, açıklanan varyans oranlarının ve gereksizlik indekslerinin hesaplanması gerekmektedir. Bundan sonraki bölümde ifade edilen bu hesaplamaların daha rahat bir şekilde incelenebilmesi için düzgünleştirme parametresi 0.1 değeri ve ilk üç kanonik değişken için hesaplamalar yapıp analiz açıklanmıştır.

4.3.1. Fonksiyonel Kanonik Değişkenler İçin Standart Ağırlıkların Belirlenmesi

KKA'da değişken setleri için bağımlı ve bağımsız değişken seti ayrımı yapılması zorunlu değildir. Bununla birlikte eğer değişken setleri arasında böyle bir durum olduğu düşünülüyorsa analiz bağımlı değişken seti ile bağımsız değişken seti arasındaki ilişkinin incelenmesi şeklinde kullanılabilir. Borsa ile ilgili yapılan çalışmalarda kapanış fiyatı ile işlem miktarı veya işlem hacmi arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırıldığı birçok çalışmada fiyattan miktara doğru bir nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Yani miktardaki değişimin fiyattan kaynaklandığı ortaya konulmuştur (Chen v.d. (2001), Lee ve Rui (2002)). Bu bağlamda bu aşamadan sonra bu çalışmada kapanış fiyatı değişken seti bağımsız, işlem miktarı değişken seti bağımlı değişken seti olarak ele alınıp analiz gerçekleştirilmiştir.

Orijinal değişkenlerin kanonik değişkene ne ölçüde katkı yaptığı standart ağırlıklar incelenerek görülebilir. Bağımsız değişken setinde ilk üç kanonik değişkene katkısı en yüksek üç şirket ve standart ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Bağımsız Değişken Setinde Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımsız Kanonik Değişkenlere Katkısı En Yüksek Üç Şirket ve Standart Ağırlıkları

Birinci Kanonik Değişken		İkinci Kanonik Değişken		Üçüncü Kanonik Değişken	
Şirket Adı	Standart Ağırlık	Şirket Adı	Standart Ağırlık	Şirket Adı	Standart Ağırlık
Burçelik	60,60	Metemteks	24,92	Favori Dinlenme Yer.	16,84
Burçelik Vana	7,58	Marmaris Altinyunus	5,89	Burçelik Vana	11,77
Reysaş Lojistik	5,84	Burçelik	5,54	Vakko Tekstil	8,13

Tablo 2 incelendiğinde bağımsız değişken setinde birinci kanonik değişkene en yüksek katkıyı Burçelik şirketinin yaptığı daha sonra sırasıyla Burçelik Vana ve Reysaş Lojistik şirketlerinin geldiği görülmektedir. Yine tabloya göre ikinci kanonik değişkene en yüksek katkıyı Metemteks şirketinin yaptığı sonra Marmaris Altinyunus ve Burçelik şirketlerinin geldiği görülmektedir. Bağımsız değişken setinde üçüncü kanonik değişkene en yüksek katkıyı ise Favori Dinlenme Yer. şirketinin yaptığı arkasından Burçelik Vana ve Vakko Tekstil şirketlerinin geldiği görülmektedir.

Bağımlı değişken seti olan işlem miktarı verilerinden her bir şirket için ilk üç kanonik değişkene katkısı en yüksek üç şirket ve standart ağırlıkları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Bağımlı Değişken Setinde Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımlı Kanonik Değişkene Katkısı En Yüksek Üç Şirket ve Standart Ağırlıkları

Birinci Kanonik Değişken		İkinci Kanonik Değişken		Üçüncü Kanonik Değişken	
Şirket Adı	Standart Ağırlık	Şirket Adı	Standart Ağırlık	Şirket Adı	Standart Ağırlık
Burçelik	222,48	Metemteks	92,12	Favori Dinlenme Yer.	72,44
Serve Kırtasiye	68,26	İş Y. Men. Değ.	45,39	Menderes Tekstil	41,92
Latek Lojistik	48,80	Aksu Enerji	26,57	Burçelik Vana	38,85

Tablo 3 incelendiğinde bağımlı değişken setinde birinci kanonik değişkene en yüksek katkıyı Burçelik şirketinin yaptığı sonrasında sırasıyla Serve Kırtasiye ve Latek Lojistik şirketlerinin geldiği görülmektedir. Bağımlı değişken setinde ikinci kanonik değişkene en yüksek katkıyı yapan üç şirket Metemteks, İş Y. Men Değ. ve Aksu Enerji şirketleridir. Bağımlı değişken setinde üçüncü kanonik değişkene en yüksek katkıyı Favori Dinlenme Yer. şirketi yapmış, onu takiben Menderes Tekstil ve Burçelik Vana şirketleri sıralamada yer almıştır.

Tablo 2 ve Tablo 3 birlikte değerlendirildiğinde en yüksek korelasyona sahip ilk üç kanonik değişkene en yüksek katkıyı bağımlı ve bağımsız değişken setinde aynı şirketlerin yaptığı görülmektedir. Bu durum anılan şirketlerin kapanış fiyatları ile işlem miktarlarındaki değişkenliğin ilgili dönemde oldukça yüksek olduğunun bir yansımasıdır. Bunun yanında bu şirketlerin hisselerinin spekülasyona hatta manipülasyona açık hisse senetleri olabileceği de değerlendirilebilir.

4.3.2. Fonksiyonel Kanonik Değişkenlerin Kanonik Yüklerinin ve Kanonik Çapraz Yüklerinin Belirlenmesi

Kanonik yük, orjinal değişkenin kendi kanonik değişkeniyle arasındaki basit doğrusal korelasyon olarak ifade edilmektedir. İlgili değişkenin kendi kanonik değişkenine ve kanonik korelasyon katsayısına yaptığı katkının ne derece güçlü olduğunun belirlenmesini sağlamaktadır. Kanonik çapraz yük ise orjinal bağımlı değişkenler ile bağımsız kanonik değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon veya orijinal bağımsız değişkenler ile bağımlı kanonik değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon olarak tanımlanır. Böylece yüksek korelasyona sahip gözlenmiş değişkenin, çapraz setteki kanonik değişkene yaptığı katkının gücü ölçülebilmektedir.

Orijinal bağımsız değişken seti için ilk üç kanonik değişkene ait kanonik yükler ve bu yüke katkısı en yüksek üç şirket Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Orijinal Bağımsız Değişken Setinin Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımsız Kanonik Değişken İle Arasındaki Kanonik Yükler

Birinci Kanonik Değişken	İkinci Kanonik Değişken	Üçüncü Kanonik Değişken
--------------------------	-------------------------	-------------------------

Şirket Adı	Kanonik Yük	Şirket Adı	Kanonik Yük	Şirket Adı	Kanonik Yük
Otokar	0,38	Escort Teknoloji	0,29	Ford Otosan	0,26
Anadolu Isuzu	0,37	Çemtaş	0,23	Do-Co Restaurants	0,22
Alarko Carrier	0,34	Net Holding	0,21	Denizbank	0,16

Tablo 4 incelendiğinde orijinal bağımsız değişken setinin birinci bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı Otokar şirketinin yaptığı sonra sıralamada Anadolu Isuzu ve Alarko Carrier şirketlerinin yer aldığı görülmektedir. Orijinal bağımsız değişken setinin ikinci bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı Escort Teknoloji şirketinin yaptığı onu takiben Çemtaş ve Net Holding şirketlerinin geldiği görülmektedir. Orijinal bağımsız değişken setinin üçüncü bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı yapan üç şirket Ford Otosan, Do-Co Restaurants ve Denizbank şirketleridir.

Orijinal bağımsız değişken setinin birinci, ikinci ve üçüncü bağımlı kanonik değişken setiyle arasındaki kanonik yüklere katkısı en yüksek üç şirket ve kanonik çapraz yükleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Orijinal Bağımsız Değişken Setinin Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımlı Kanonik Değişken İle Arasındaki Kanonik Çapraz Yükler

Şirket Adı	Birinci Kanonik Değişken		İkinci Kanonik Değişken		Üçüncü Kanonik Değişken	
	Kanonik Çapraz Yük	Kanonik Yük	Şirket Adı	Kanonik Çapraz Yük	Şirket Adı	Kanonik Çapraz Yük
Türk Prysmian Kablo	0,42	Escort Teknoloji	0,32	Ülker Bisküvi	0,38	
Anadolu Isuzu	0,42	Çemtaş	0,29	Ford Otosan	0,36	
Kordsa Global	0,37	Marshall	0,29	Do-Co Rest.	0,33	

Tablo 5 incelendiğinde orijinal bağımsız değişken setinin birinci bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Türk Prysmian, Anadolu Isuzu ve Kordsa Global şirketlerinin yaptığı görülmektedir. Orijinal bağımsız değişken setinin ikinci bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı yapan ilk üç şirket ise Escort Teknoloji Çemtaş ve Marshall şirketleridir. Orijinal bağımsız değişken setinin üçüncü bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Ülker Bisküvi şirketinin yaptığı ondan sonra Ford Otosan ve Do-Co Restaurant şirketlerinin geldiği görülmektedir.

Orijinal bağımlı değişken seti için ilk üç kanonik değişkene ait kanonik yükler ve kanonik çapraz yükler ile bu yüklere katkısı en yüksek üç şirket Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Orijinal Bağımlı Değişken Setinin Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımlı Kanonik Değişken İle Arasındaki Kanonik Yükler

Birinci Kanonik Değişken	İkinci Kanonik Değişken	Üçüncü Kanonik Değişken
--------------------------	-------------------------	-------------------------

Şirket Adı	Kanonik Yük	Şirket Adı	Kanonik Yük	Şirket Adı	Kanonik Yük
İpek Matbaacılık	0,60	Petkim	0,51	Vakıflar Bankası	0,41
Ülker Bisküvi	0,59	Deva Holding	0,50	İttifak Holding	0,38
Eczacıbaşı Yapı	0,58	Karsan Otomotiv	0,49	Vestel	0,37

Tablo 6 incelendiğinde orijinal bağımlı değişken setinin birinci bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı İpek Matbaacılık şirketinin yaptığı arkasından Ülker Bisküvi ve Eczacıbaşı Yapı şirketlerinin geldiği görülmektedir. Orijinal bağımlı değişken setinin ikinci bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı Petkim şirketinin yaptığı sonrasında sırasıyla Deva Holding ve Karsan Otomotiv şirketlerinin geldiği görülmektedir. Orijinal bağımlı değişken setinin üçüncü bağımlı kanonik değişken ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı yapan ilk üç şirket ise Vakıflar Bankası, İttifak Holding ve Vestel şirketleridir.

Orijinal bağımlı değişken setinin birinci, ikinci ve üçüncü bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke katkısı en yüksek üç şirket ve kanonik çapraz yükleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Orijinal Bağımlı Değişken Setinin Birinci, İkinci ve Üçüncü Bağımsız Kanonik Değişken İle Arasındaki Kanonik Çapraz Yükler

Birinci Kanonik Değişken Şirket Adı	Kanonik Çapraz Yük	İkinci Kanonik Değişken		Üçüncü Kanonik Değişken	
		Şirket Adı	Kanonik Çapraz Yük	Şirket Adı	Kanonik Çapraz Yük
İntema	0,38	Dyo Boya	0,45	Vakıf Fin. Kir.	0,45
Escort Teknoloji	0,33	İş Bankası (C)	0,44	Vakıflar Bankası	0,42
Ereğli Demir Çelik	0,32	Tüpraş	0,38	Sarkuysan	0,41

Tablo 7 incelendiğinde orijinal bağımlı değişken setinin birinci bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı yapan şirketler İntema, Escort Teknoloji ve Ereğli Demir Çelik şirketleridir. Orijinal bağımlı değişken setinin ikinci bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı DYO Boya şirketinin yaptığı daha sonra İş Bankası (C) ve Tüpraş şirketlerinin geldiği görülmektedir. Orijinal bağımlı değişken setinin üçüncü bağımsız kanonik değişken ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Vakıf Fin. Kir. şirketinin yaptığı onu takiben sırasıyla Vakıflar Bankası ve Sarkuysan şirketlerinin geldiği görülmektedir.

Kanonik değişkenlerin kendi setlerindeki açıkladığı kısmı gösteren açıklanan varyans oranı, bağımlı veya bağımsız setteki her bir kanonik değişkene ait kanonik yüklerin karelerinin ortalamasıdır. Gereksizlik indeksi ise kanonik değişkenlerin çapraz setteki açıkladıkları kısmı ifade etmektedir. Bu değer, i. kanonik değişkenin açıklanan varyans oranı ile i. kanonik korelasyon katsayısının karesinin çarpımından elde edilmektedir. Tablo 8'de ve Tablo 9'da ilk üç bağımsız ve bağımlı kanonik değişken için açıklanan varyans oranı ve gereksizlik indeksleri verilmiştir.

Tablo 8: Bağımsız Değişken Seti İçin Açıklanan Varyans Oranı ve Gereksizlik İndeksleri

	$Z_1(t)$	$Z_2(t)$	$Z_3(t)$
Varyans Oranı	0,06	0,10	0,03
Gereksizlik İndeksi	0,04	0,07	0,02

Bağımsız setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin kendi setinde açıkladığı varyans oranı sırasıyla %6, %10 ve %3'dür. Bu değişkenlerin çapraz sette açıkladıkları kısım ise sırasıyla %4, %7 ve %2'dir. 54 tane kanonik değişken elde edildiği dikkate alınırsa bu oranların azımsanmayacak derecede olduğu söylenebilir.

Tablo 9: Bağımlı Değişken Seti İçin Açıklanan Varyans Oranı ve Gereksizlik İndeksleri

	$W_1(t)$	$W_2(t)$	$W_3(t)$
Varyans Oranı	0,15	0,11	0,09
Gereksizlik İndeksi	0,11	0,07	0,06

Bağımlı setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin kendi setinde açıkladığı varyans oranı ise sırasıyla %15, %11 ve %9'dur. Bu değişkenlerin çapraz sette açıkladıkları kısım ise sırasıyla %11, %7 ve %6'dır. Bağımlı kanonik değişkenlerin bağımsız kanonik değişkenlere göre daha yüksek açıklama düzeyine sahip oldukları görülmektedir.

5. Sonuç

BIST'da işlem gören şirketler için yapılan analizde önce kesikli olarak gözlenmiş kapanış fiyatı ile işlem miktarı verileri fonksiyonel veriye dönüştürülmüş ve dönüşüm grafikte gösterilmiştir. Kapanış fiyatı ve işlem miktarı verileri için ortalama fonksiyonu çizdirilmiş ve ortalama değişim incelenmiştir. Daha sonra 0.01, 0.1 ve 1 seviyesinde seçilmiş subjektif düzgünleştirme parametrelerine göre elde edilmiş fonksiyonel veri setleri için fonksiyonel kanonik korelasyon analizi uygulanmıştır.

Fonksiyonel kanonik korelasyon analizi sonuçlarına göre 0.01 seviyesinde düzgünleştirmeye elde edilen en yüksek kanonik korelasyon katsayısı 0.88 olmuştur. 0.1 seviyesinde yapılan düzgünleştirme sonucunda elde edilen en yüksek kanonik korelasyon katsayısı 0.85'dir. 1 seviyesinde yapılan düzgünleştirmeye elde edilen en yüksek kanonik korelasyon katsayısı ise 0.78'dir. Subjektif olarak seçilen her üç düzgünleştirme parametresi değeri için belirtilen kanonik korelasyon katsayılarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu da kapanış fiyatı ve işlem miktarı veri setleri arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğu anlamına gelmektedir.

Analizde kapanış fiyatı değişken seti bağımsız, işlem miktarı değişken seti ise bağımlı değişken olarak alınmış ve 0.1 seviyesinde düzgünleştirilmiş veriler için

standart kanonik ağırlıklar, kanonik yükler, kanonik çapraz yükler, açıklanan varyans oranı ve gereksizlik indeksi değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan standart kanonik ağırlıklar incelendiğinde bağımsız ve bağımlı değişken setinde ilk üç kanonik değişkenin oluşmasında en yüksek katkıyı aynı şirketlerin yaptığı görülmektedir. Birinci kanonik değişkenin oluşmasına en yüksek katkıyı Burçelik şirketinin yaptığı, ikinci kanonik değişkene en yüksek katkıyı Metemteks şirketinin, üçüncü kanonik değişkene en yüksek katkıyı ise Favori Dinlenme Yer. şirketlerinin yaptığı görülmüştür.

Hesaplanan kanonik yükler incelendiğinde, orijinal bağımsız değişken setinin birinci bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki ilişkide en yüksek katkı Otokar şirketininidir. Yine orijinal bağımsız değişken setinin birinci bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki ilişkide yani kanonik çapraz yükte en yüksek katkı Türk Prysmian Kablo şirketininidir. Orijinal bağımsız değişken setinin, ikinci bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik yüke ve ikinci bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Escort Teknoloji şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımsız değişken setinin üçüncü bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkı Ford Otosan şirketininidir. Yine orijinal bağımsız değişken setinin üçüncü bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Ülker Bisküvi şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin birinci bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı İpek Matbaacılık şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin ikinci bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı Petkim şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin üçüncü bağımlı kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik yüke en yüksek katkıyı Vakıflar Bankası şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin birinci bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı İntema şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin ikinci bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı Dyo Boya şirketinin yaptığı görülmüştür. Orijinal bağımlı değişken setinin üçüncü bağımsız kanonik değişken seti ile arasındaki kanonik çapraz yüke en yüksek katkıyı ise Vakıf Fin. Kir. şirketinin yaptığı görülmüştür.

Kanonik değişkenlerin kendi setlerindeki açıkladığı kısmı gösteren varyans oranları incelendiğinde, bağımsız setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin açıkladığı varyans oranlarının sırasıyla %6, %10 ve %3 olduğu görülmüştür. Bağımlı setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin açıkladığı varyans oranlarının ise sırasıyla %15, %11 ve %9 olduğu görülmüştür. 54 tane kanonik değişkenin olduğu dikkate alındığında ilk üç kanonik değişken için açıklanan varyans oranlarının azımsanmayacak derecede olduğu söylenebilir.

Kanonik değişkenlerin çapraz setteki açıkladıkları kısmı gösteren gereksizlik indeksleri incelendiğinde, bağımsız setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin

bağımlı sette açıkladığı kısmın sırasıyla %4, %7 ve %2 olduğu görülmüştür. Bağımlı setten elde edilen ilk üç kanonik değişkenin bağımsız sette açıkladığı kısmın ise sırasıyla %11, %7 ve %6 olduğu görülmüştür. Bağımlı kanonik değişkenlerin bağımsız kanonik değişkenlere göre daha yüksek açıklama düzeyine sahip oldukları görülmüştür.

Kanonik değişkenlerin oluşumunda yüksek etkiye sahip olduğu ortaya çıkan şirketlerin, kapanış fiyatları ile işlem miktarlarındaki değişkenliğin ilgili dönemde oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Yine bu şirketlerin makro ekonomik faktörler, siyasal gelişmeler ve piyasaya yayılan yeni bir bilgi gibi çeşitli etkenlere karşı çok çabuk tepki veren hisseler oldukları ve bundan dolayı volatilitelerinin oldukça yüksek olduğu, bunun yanında bu şirketlerin hisselerinin manipülasyona açık hisse senetleri olabileceği de değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

ALBAYRAK, Ali S. (2006), “Kanonik Korelasyon Analizi”, Şeref Kalaycı (der.), Spss Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri içinde, 2. Baskı, Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

BOYACIOĞLU, M. A., GÜVENEK, B. ve ALPTEKİN, V. (2010), “Getiri Volatilitisi İle İşlem Hacmi Arasındaki İlişki: İMKB’de Ampirik Bir Çalışma”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 48: 200-216.

CHEN, G., FIRTH, M. ve RUI, O. M. (2001), “The Dynamic Relation Between Stock Returns, Trading Volume and Volatility”, The Financial Review, 38: 153–174.

CLARKSON, Douglas B., FRALEY, Chris, GU, Charles C. ve RAMSAY, James O. (2005), S+Functional Data Analysis User’s Guide, USA: Insightful Co.

DEO, M., SRINIVASAN, K. ve DEVANADHEN, K. (2008), “The Empirical Relationship between Stock Returns, Trading Volume and Volatility: Evidence from Select Asia-Pacific Stock Market”, European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, 12: 58-68.

ERTAŞ, Kadir ve KESER, İstem K. (2008), “Düzgünleştirilmiş Fonksiyonel Ana Bileşenler Analizi İle İmkb Verilerinin İncelenmesi”, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 8, 1-37.

GHEBREAB,S., SMEULDERS,A.W.M. ve ADRIAANS,P. (2007), “Predictive Modeling of fMRI Brain States Using Functional Canonical Correlation Analysis”, Artificial Intelligence In Medicine Lecture Notes In Computer Science, 4594(2007), 393-397.

HE, Guozhong., MULLER, Hans-Georg ve WANG, Jane-Ling (2004), “Methods of Canonical Analysis for Functional Data”, Journal of Statistical Planning and Inference, 122, 141–159.

HENDERSON, Brent (2006), "Exploring Between Site Differences in Water Quality Trends: A Functional Data Analysis Approach", *Environmetrics*, 17, 65–80.

İMKB, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, www.imkb.gov.tr. Erişim tarihi: 15.03.2012.

JOHNSON, Richard A. ve WICHERN, Dean W. (2002), *Applied Multivariate Statistical Analysis, Fifth Edition*, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

KARPOFF, M. J. (1987) "The Relation between Price Changes and Trading Volume: A Survey", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22: 109-126.

KAYALIDERE, U.A., KARGIN, S. ve AKTAŞ, R. (2009), "İMKB' de Fiyat ve Hacim Arasındaki Nedensellik İlişkisi", *Celal Bayar Üniversitesi S.B.E. Sosyal Bilimler Dergisi*, 7: 115-124.

KESER, İstem K. (2008), "Karşılaştırmalı Olarak Fonksiyonel Ana Bileşenler Analizi ve GSYİH Verilerinin İncelenmesi", *Ege Akademik Bakış*, 8 (2), 915-928.

LEE, B-S. ve RUI, O. M. (2002), "The Dynamic Relationship between Stock Returns and Trading Volume: Domestic and Cross-Country Evidence", *Journal of Banking and Finance*, 26: 51-78.

LEURGANS, S. E., MOYEED, R. A. ve SILVERMAN, B. W. (1993), "Canonical Correlation Analysis when the Data are Curves", *Journal of the Royal Statistical Society Series B (Methodological)*, 55 (3), 725-740.

LEVITIN, Daniel J., NUZZO, Regina J., VINES, Bradley W. ve RAMSAY, J. O. (2007), "Introduction to Functional Data Analysis", *Canadian Psychology*, 48 (3), 135-155.

RAMSAY, J.O. (2008), "Functional Data Analysis", İnternet Adresi: http://gbi.agrsci.dk/~shd/public/FDA2008/FDA_Sage.pdf. Erişim tarihi: 07.03.2011.

RAMSAY, J.O. (2005), *Matlab, R. And S-Plus Functions for Functional Data Analysis*, İnternet Adresi: <ftp://ego.psych.mcgill.ca/pub/ramsay/FDAfuns/Matlab>. Erişim tarihi: 07.03.2011.

RAMSAY, J. O. ve SILVERMAN, B.W. (2005), *Functional Data Analysis, Second Edition*, Springer Series in Statistics, New York: Springer Science and Business Media, Inc.

SARI, Yusuf (1992). *Borsa'da Teknik Analiz, Birinci Baskı*, Borsa Kütüphanesi Dizisi:1, İstanbul: Scala Yayıncılık.

UMUTLU, G. (2008) "İşlem Hacmi ve Fiyat Değişimleri Arasındaki Nedensellik ve Dinamik İlişkiler: İMKB'de Bir Ampirik İnceleme", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10: 231-246.

