

## Karanlık Havuzlar Uygulamasının Borsa İstanbul Üzerine Etkisi: Kalman Filtresi Yaklaşımı<sup>1</sup>

**Fatih CİNGÖZ**

*Sorumlu Yazar, Hitit Üniversitesi, İİBF, Finans ve Bankacılık Bölümü  
cingoz.fth@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9425-7725*

**Selçuk KENDİRLİ**

*Hitit Üniversitesi, İİBF, Finans ve Bankacılık Bölümü  
selcukkendirli@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-7381-306X*

**Semanur COŞKUN**

*coskunsemanur.55@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7615-9905*

**Mustafa NAL**

*Hitit Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü  
mustafanal@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6190-6437*

### Öz

Karanlık havuzlar, büyük hacimli işlem yapan yatırımcıların piyasadaki dalgalanmalardan etkilenmemek amacıyla kullandıkları alternatif bir pazardır ve şeffaflığa sahip değildir. Ülkemizde karanlık havuz sistemi, Borsa İstanbul (BIST) tarafından 2010 yılında belirli kısıtlamalar dahilinde ele alınmış ve işleme taraf bilgilerinin görünmemesi şeklinde çeşitli piyasalarda uygulanmaya başlanmıştır. Anonimite denilebilecek bu sistem, piyasadaki oyuncularının çoğunluğu tarafından destek görmemiş ve birkaç test döneminin ardından yatırımcıların oylamasına sunulmuş kaldırılmıştır. Karanlık havuzlar ile ilgili literatür incelendiğinde çok az çalışma yapıldığı ve bilindiği kadarıyla BIST ile ilgili çalışma yapılmadığı saptanmaktadır. Bu çalışma, BIST30 payları üzerinde uygulanan iki test döneminin piyasaya etkisini inceleyerek literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Belirtilen test dönemlerinde belirli aralıklarla taraf bilgisi açılıp kapatılan BIST30 içerisinde yer alan paylara ait günlük veriler durum-uzay formunda modellenmiş ve firmalara özgü işlem hacimleri genel piyasa etkisinden Kalman filtresi kullanılarak arındırılmıştır. Firmalara özgü işlem hacimleri incelendiğinde uygulamanın piyasaya herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** BIST, Karanlık Havuz, Finansal Piyasalar, Kalman Filtresi

**Jel Sınıflandırma Kodları:** D82, E44, G14, G40

**Impacts of Dark Pools on Borsa Istanbul: Kalman Filter Approach<sup>2</sup>**

### Abstract

A dark pool is an alternative market preferred by investors that place large orders and wish to minimize market impact with the help of complete lack of transparency. Borsa İstanbul applied so named dark pool to some markets within determined limitations in 2010. The system of nonrevealing the identities of agents (trader anonymity) was not supported by the majority of investors according to surveys made by Borsa İstanbul and abolished after two trial periods. To the best of our knowledge, no study has been conducted to determine the effects of trader anonymity on BIST. This study covers the daily trading volume of all the firms that are included in the BIST30 index within trial periods. Market effects on the trading volumes was iteratively purified by using the Kalman Filter. Examining the trading volumes that specific to the firms, no effect was observed on the market caused by anonymous trading facility.

**Keywords:** BIST, Dark Pools, Financial markets, Kalman Filter

**Jel Classification Codes:** D82, E44, G14, G40

<sup>1</sup> Bu çalışma 25-29 Ekim 2019 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen 6. Stratejik Araştırmalar Kongresi'nde sözlü olarak sunulan çalışmanın gözden geçirilmiş ve genişletilmiş halidir.

<sup>2</sup> Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 10.10.2020 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 08.09.2021

**Atıfta bulunmak için / Cite this paper:**

Cingöz, F., Kendirli, F., Coşkun, S. ve Nal, M. (2021). Karanlık havuzlar uygulamasının Borsa İstanbul üzerine etkisi: Kalman filtresi yaklaşımı. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11 (2), 519-536. Doi: 10.18074/ckuiibfd.808616

## 1.Giriş

İlerleyen teknoloji ile yatırımcıların istediklerinde herhangi bir piyasada işlem yapabilme olanakları artmış ve yatırımcıların ihtiyaçları doğrultusunda yeni işlem platformları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu durum borsalar arasında yoğun rekabet ortamı yaratmıştır. Ortaya çıkan yeni işlem platformlarından birisi de karanlık havuzlardır (dark pools). Karanlık havuzların geleneksel borsalardan en önemli farkı yapılan işlemlerde zorunlu olan bilgi paylaşımı ve beyanların uygulanmamasıdır. Karanlık havuzlarda emirlerin eşleşmesi borsaya benzer bir yapı sergilese de yatırımcılar derinlik bilgisine ulaşamaz ve işlemler gerçekleşmeden önce fiyatlara ve miktarlara dair bilgiye sahip değildirler. Şeffaflıktan uzak olan bu piyasalara bu nedenle karanlık havuz denmektedir. Emirlerin gizli, işlemlerin daha az maliyetli, hızlı ve bunlardan daha önemli olarak büyük miktarda emirlerin piyasayı etkilemeyecek olmasından dolayı yüksek hacimli işlem yapan kurumsal yatırımcılar tarafından tercih edilen karanlık havuzlar, öncelikle gelişmiş ülkelerde ortaya çıkmaya başlamış daha sonra gelişmekte olan piyasalara yayılmıştır. Başlangıçta yüksek hacimli işlemler göz önüne alınarak kurgulanmış, oyuncuların kimliklerini gizleyerek potansiyel eşleşmeler yakalayabileceği ve işlemlerinde kimliklerini gizli tutabileceği bu pazarda da zaman içerisinde işlem hızı ve verimlilik ön plana çıkmış, giderek emir büyüklüklerinde azalmalar meydana gelmeye başlamıştır.

Bu karanlık havuzların piyasaya olumlu veya olumsuz olası etkileri neler olabilir? Kurumsal yatırımcılardan akademisyenlere, yüksek frekanslı işlem yapan yatırımcılardan bireysel yatırımcılara kadar hemen herkesin bu konu hakkında farklı yorumları bulunmaktadır. Kurumsal yatırımcılar açısından alım satım işlemleri arasındaki fark az olduğundan borsaya göre daha düşük işlem maliyeti ve komisyon ücreti söz konusudur. Ayrıca kurumsal yatırımcılar blok halinde alım veya satış yapmak istedikleri zaman emirleri ekranda diğer yatırımcılar tarafından gözüktüğü için onları da harekete geçirebilir ve aynı pozisyonu almaları durumunda kurumsal yatırımcılar istedikleri fiyattan bu işlemleri gerçekleştiremeyebilir. Fakat bu durum karanlık havuzları kurumsal yatırımcılar için cazip hale getirirse de fiyat kırma stratejisi (pinging) yoluyla büyük hacimli gizli emirleri bu havuzlarda da açığa çıkarılabilir. Yüksek frekanslı işlem yapan yatırımcılar (HFT) algoritmik işlemlere dayalı stratejilerinin karşı taraf tarafından çözümlenmesini istemeyeceklerinden derinliğin gözükmeyeceği karanlık havuzlarda işlem yapmayı daha çok tercih ederler. Öte yandan, derinlik bilgileri açık olduğunda bazı yatırımcılar manipülatif amaçlı limitli emirler vererek diğer yatırımcıları etkileyebilirler. Yatırımcılar manipülatif hareketlerle yüksek miktarda emir girip daha sonra iptal edebilirler. Derinliği gören diğer yatırımcılar bundan etkilenip emirler iptal edilmeden önce buna göre hareket edebilirler. Ayrıca bazı yatırımcılar, derinlik gözüktüğünde, işlem önceliği yakalamak adına çok küçük farklarla emir girebilir (pennyng) ve diğer yatırımcıların işlemlerini gerçekleştirememesine sebep olabilirler. Karanlık havuzlarda bu tarz durumlar

olmayacağından, bazı yatırımcılar karanlık havuzların piyasayı daha etkin hale getirdiğini savunuyorlar. Bazı kesimler ise bu piyasada verilen emir fiyatlarının serbestçe belirlenmesinden kaynaklı oluşan varlık fiyatının gerçeği yansıtmayacağını düşünerek piyasanın etkinliğini bozduğunu düşünebilirler. Aracı kurumlar ise derinlik bilgilerinde kendi firma isimlerinin müşteri kazanmak için reklam adına gözükmemesini tercih edebilirler.

Birbirleriyle rekabet içinde olan borsalar piyasadaki likiditeyi artırmak için çeşitli yollara başvururlar. Bunun sonucunda, karanlık havuzların ve geleneksel borsaların özelliklerini taşıyan yarı şeffaf diyebileceğimiz çeşitli uygulamalar ortaya çıkmaktadır. Her ülke farklı şeffaflık politikaları uygulayabilmekte ve düzenlemeler yapabilmektedir. Normalde piyasa düzenleyiciler genellikle daha açık bir sistemi tercih ederler ve dünyanın her yerinde düzenleyiciler daha şeffaf bir piyasa yaratmak için yeni uygulamaların arayışına girerler. Fakat piyasa oyuncuları da piyasanın fazla şeffaf olmasından rahatsızlık duyabilirler. Özellikle büyük yatırımcılar blok halinde alış veya satış yapmak istediklerinde, niyetlerinin tüm piyasa katılımcıları tarafından görüldüğünü ve istedikleri fiyattan istedikleri miktarda işlemi gerçekleştiremediklerinden yakınır. Böyle bir durumda işlem maliyetleri artacağından bu tarz işlemlerden kaçınabilirler ve bu durum piyasadaki likiditenin azalmasına yol açabilir. Çeşitli ülkelerdeki bazı piyasalar bu yatırımcıların taleplerini dikkate alarak işleme taraf olan kurumun gözükmemesi seçeneğini sunmuşlardır. İşlemlerde anonimite diyebileceğimiz bu kavram, ülkemizde de karanlık veya kör havuz (dark pools) uygulaması adı altında uygulanmıştır.

Nasdaq, London Stock Exchange, Deutsche Börse gibi önde gelen borsalar yatırımcı profillerini göz önüne alarak şeffaflık derecelerini azaltmışlar ve işlemlerde anonimiteyi ön plana çıkarmışlardır.<sup>3</sup> Birçok borsa, yatırımcıların kimliklerini gizlemeden ya da kimliklerini gizleyecek bir şekilde istedikleri seçenekle işlemlerini gerçekleştirebilecekleri hybrid işlemler diyebileceğimiz sistemleri de sunmaktadır. Öte yandan piyasadaki anonimite, sadece işlem gerçekleşmeden önce emir defterinde kimliklerin gözükmemesi şeklinde olabilir ya da işlemler gerçekleştikten sonra bile taraf bilgilerinin gözükmemesi şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Tablo 1'de çeşitli ülkelerdeki uygulamalar görülmektedir.

<sup>3</sup>Taraf bilgisi olmaksızın işleyen sistemin bilinçsiz yatırımcıların kayıplarını azalttığını savunan (asimetrik bilginin azalması sebebiyle) çalışmalar vardır. (Foucault, Pagano ve Roell 2013).

**Tablo 1: Borsalarda Anonimite Düzenlemeleri**

<b>Tarih</b>	<b>Borsa</b>	<b>Düzenleme</b>
Şubat 01	London	İşlem Sonrası Anonimite Başladı
Nisan 01	Paris	İşlem Öncesi Anonimite Başladı
Mart 02	Toronto	Hybrid Anonimite Başladı
Mart 03	Frankfurt	İşlem Sonrası Anonimite Başladı
Kasım 05	Sydney	İşlem Öncesi Anonimite Başladı
Mart 06	Kopenhag	İşlem Öncesi Anonimite Başladı
Kasım 07	Riga	İşlem Öncesi Anonimite Başladı
Ekim 07	Oslo	İşlem Öncesi Anonimite Başladı
Haziran 08	Oslo	İşlem Sonrası Anonimite Başladı
Haziran 08	Stockholm / Helsinki	İşlem Sonrası Anonimite Başladı
Nisan 09	Stockholm / Helsinki	İşlem Sonrası Anonimite Kaldırıldı
Nisan 10	Oslo	İşlem Sonrası Anonimite Kaldırıldı
Ekim 10	İstanbul	İşlem Sonrası Anonimite Başladı

**Kaynak : Meling, 2020**

İşlem hacimlerinin karanlık havuzlara kaymasının sonuçları gelişmekte olan ülke borsalarına da yansımıştır. Tablo 1’den de görüldüğü gibi birçok borsa çeşitli uygulamaları devreye koymuştur. Borsa İstanbul’da oluşan işlem hacmine yakın bir oranın dış pazarlarda, Londra piyasalarındaki tezgahüstü piyasalarda işlem gördüğü tahmin edilmektedir. Bu yüzden Borsa İstanbul kendi altyapısını dikkate alarak çeşitli düzenlemeler uygulamayı denemiştir. 8 Ekim 2010 tarihinde Borsa İstanbul’da işlemi yapan taraf bilgileri gösterilmemeye başlanmıştır. Bu uygulama tam olarak karanlık havuz gibi çalışmasa da uygulamanın ismi bu şekilde telaffuz edilmektedir. Uygulamada yatırımcılar piyasadaki emir miktarını ve fiyat bilgisini görebilmekte fakat emrin hangi aracı kurum tarafından verildiğini görememektedir. İşlemlerde taraf bilgisini görmek isteyen yatırımcılar T+1 günü sonunda bu bilgiye erişebilmektedir. Yapılan anketlerde uygulamanın kaldırılması yönünde çoğunluk oluşmuştur ve bu uygulama 2017 Nisan ayından başlanarak BİST30 içerisinde yer alan firmalar üzerinde denenen 6 aylık iki test döneminin ardından yürürlükten kaldırılmıştır. Uygulamanın devamı çoğunlukla yabancı yatırımcılar tarafından istenmiştir. Test döneminin neden sayıca küçük fakat hacimce büyük şirketler üzerinde denendiğini bu durum açıklayabilmektedir.

Çalışmada, test dönemi boyunca BİST30 içerisinde yer alan 30 firmanın işlem hacimleri incelenmiştir. Her bir firmanın işlem hacimlerinin iki gözlenemeyen bileşene sahip olduğu varsayılmıştır. Bu bileşenlerden biri BİST içerisindeki tüm firmaları aynı oranda etkileyen yaygın etkiyi yansıtan ortak bileşendir. Diğer bileşen ise firmaya özgü olan bileşendir. Firmanın toplam işlem hacmi bu iki

bileşenin toplamından oluşmaktadır. Gözlenemeyen bu bileşenlerin ayrıştırılmasında Kalman Filtre yöntemi kullanılmıştır.

## 2.Literatür Araştırması

Ampirik yazında taraf bilgisinin kapatılması uygulamasının etkileri üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Genellikler yurtdışı yazında incelenen bu konu üzerine yurtiçi yazında çalışmalara ulaşılamamıştır. Ampirik yazından elde edilen sonuçlara göre, işlem taraf bilgilerinin kapalı oluşunun piyasa likiditesi ve işlem hacmi üzerinde etkileri belirsizdir. Boulatov ve George (2013) ve Rindi (2008) çalışmalarında, bilinçli yatırımcıların piyasada şeffaflık hakim olmadığında işlem yapma konusunda daha istekli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fakat Huddart, Hughes ve Levine (2001) ve Cao, Ma ve Ye (2013) yaptıkları çalışmalarda işlemlerdeki anonimliğin asimetrik bilgi sorununu daha da kötüleştirdiğini, yatırımcıların işlem yapmaktan kaçınmalarına sebep verdiği dolayısıyla piyasadaki işlem hacmi ve likiditenin azaldığını savunmuşlardır. Scalia ve Vacca (2001), İtalya’da 1997 yılında başlayan bu uygulamanın etkisi üzerinde araştırma yapmışlar ve piyasada likiditenin arttığını, dalgalanmanın azaldığını gözlemlemişlerdir. Theissen (2001), işlem yoğunluğu az olan hisseler üzerinde işlem gerçekleştiren yatırımcıların, bu işlemlerini geleneksel şeffaf piyasada yaparken düşük riskli büyük şirketler üzerindeki işlemlerini karanlık havuzlarda yaptıkları bulgusuna ulaşmıştır. Comerton-Forde ve Tang (2009) Avustralya Hisse Senedi Piyasası üzerinde yaptıkları çalışmada taraf bilgilerinin kapatılması uygulamasının 60 gün öncesi ve 30 gün sonrasını kapsayan 90 günlük bir analizde piyasadaki likiditenin ve emir defterindeki derinliğin arttığını, buna karşın ve alım-satım fiyat farkının (spread) düştüğünü gözlemlemişlerdir. Comerton, Putnins ve Tang (2011), yatırımcılara, işlemlerinde taraf bilgilerinin gözükmemesi veya gözükmemesi seçeneğini sunan Toronto Hisse Senetleri Piyasasında (TSX) bu uygulamanın piyasaya etkilerini çeşitli açılardan değerlendirmişlerdir. Anonim bir şekilde işlem yapabilme imkanı olmasına rağmen çoğu yatırımcıların taraf bilgilerini gösterir şekilde işlem yaptığı bulgusuna ulaşmışlardır. Friederich ve Payne (2014), Londra hisse senetleri piyasasında işlem gören 134 hisse üzerinde uygulamanın etkilerini araştırmışlar, taraf bilgisinin kapatılmasıyla beraber piyasadaki likiditenin arttığını ve piyasa etkisinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Dennis ve Sandas (2019), İsveç Hisse Senetleri Piyasasında taraf bilgisi kapatma uygulamasının başlamasıyla beraber 6 aylık bir süreçte emir defteri üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda, alış tarafında herhangi bir etki gözlenmemiş fakat satış tarafında piyasa etkisinin (market impact) azaldığı gözlemlenmiştir. Meling (2020), Norveç Hisse Senetleri Piyasası üzerinde yaptığı çalışmada taraf bilgileri kapalı olarak işlem gören 25 hisseyle bilgileri açık işlem gören hisselerin likidite ve işlem hacmi üzerindeki etkilerini araştırmış ve karşılaştırmasını yapmıştır. Taraf bilgilerinin kapalı olmasının (anonimlik) piyasadaki likidite ve işlem hacmini anlamlı bir şekilde artırdığı bulgusuna

ulaşmış, ayrıca bilinçli yatırımcıların anonim piyasada daha çok işlem yaptıkları sonucuna ulaşmıştır.

### 3. Araştırma Metodolojisi

Borsa İstanbul, 2017 Nisan ayından başlanılmak üzere BIST30 içerisinde yer alan firmalar üzerinde 6 aylık periyodlarla iki test dönemi gerçekleştirmiştir. İlk deneme periyodunda her ay ilan edilen 5 pay taraf bilgileri açık şekilde işlem görmüştür. Böylelikle 6 ayın sonunda tüm BIST30 paylarının birer ay taraf bilgileri açık olarak işlem görmüş olması sağlanmıştır. 2017 Ekim ayından başlanıp 2018 Nisan ayına kadar devam eden ikinci deneme periyodunda ise her ay ilan edilen 5 adet payda taraf bilgileri kapatılmış, geri kalan paylar taraf bilgileri açık olarak işlemlerine devam etmiştir. Böylelikle ikinci deneme periyodu süresince payların her birinin birer ay taraf bilgileri kapalı olarak işlem görmüş olması sağlanmıştır<sup>4</sup>.

Çalışmamızda ilk test döneminde yer alan BIST30 içerisindeki firmalara ait 03.04.2017 ile 03.04.2019 tarihleri arasındaki günlük işlem hacim verileri kullanılmıştır. Her bir firmanın işlem hacmi genel ekonomiden de etkileneceği için bu etkinin Kalman Filtresi kullanılarak ayrıştırılması amaçlanmış ve bütün firmaları etkileyen ortak bir faktör çıkarılmıştır. Daha sonra çalışmaya sadece firmaya özgü etkilerle devam edilmiştir. Tablo 2’de her bir hissenin hangi ay uygulamaya dahil edildiği görülmektedir.

#### 3.1. Yöntem

Günümüzde zaman serisi analizlerinde kullanılan Durum-Uzay (State-Space) Modeli Kalman (1960) ve Kalman ve Bucy (1961) tarafından doğrusal sistemlerin kontrol edilmesi için geliştirilmiştir. Bu model gözlenemeyen bileşenlerin yer aldığı denklem sistemlerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

Bir sistemin durum-uzay modeli, durum/geçiş (state) denklemi ve gözlem/ölçüm denklemi olmak üzere iki temel denklem kümesinden oluşmaktadır.

Durum denklemi

$$X_t = BX_{t-1} + \gamma_t \quad (1)$$

şeklindedir.  $X_t$  durum değişkeni vektörü,  $X_{t-1}$ ’den üretilmektedir. Burada  $B$ ,  $p \times p$  boyutlu matristir.  $\gamma_t$ ,  $(0, \Gamma)$  parametreleri ile Normal dağılıma sahip hata vektörü ve  $\Gamma$ ,  $p \times p$  boyutlu kovaryans matrisidir.

<sup>4</sup>MAVI, 15 haziran 2017 günü Borsa İstanbul’da işlem görmeye başladığı için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Gözlem denklemi ise

$$Y_t = AX_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

şeklindedir. Gözlem denklemi  $Y_t$  ve  $X_t$  arasındaki ilişkiyi belirlemektedir.  $Y_t$ ,  $qx1$  boyutlu ölçüm verisi vektörü ve  $A$ ,  $qxp$  boyutlu ölçüm matrisidir.  $\varepsilon_t$  gözlem vektörü olup sıfır ortalama ve sabit varyans ile normal dağılıma sahiptir.

**Tablo 2: Her Ay İlan Edilen Paylar**

I. Test Dönemi					
Nis.17	May.17	Haz.17	Tem.17	Ağu.17	Eyl.17
YKBNK	AKBNK	BIMAS	DOHOL	ENKAI	ARCLK
TOASO	ASELS	FROTO	EKGYO	GARAN	KOZAL
VAKBN	KCHOL	ISCTR	HALKB	OTKAR	SODA
ULKER	KRDMD	PETKM	MAVI	SAHOL	TCELL
EREGL	TAVHL	SISE	THYAO	TUPRS	TKFEN
					TTKOM

II. Test Dönemi						
Eki.17	Kas.17	Ara.17	Oca.18	Şub.18	Mar.18	Nis.18
ARCLK	AKBNK	BIMAS	HALKB	EREGL	ASELS	AKBNK
KOZAL	YKBNK	ECILC	ISCTR	GARAN	PETKM	KOZAL
TCELL	THYAO	EKGYO	KCHOL	SAHOL	TAVHL	TKFEN
TKFEN	DOHOL	PGSUS	KRDMD	SKBNK	TOASO	TTKOM
TTKOM	KOZAA	SISE	VAKBN	OTKAR	TUPRS	YKBNK
					ENJSA	

**Kaynak:(KAP, 2019).**

Bir durum-uzay modelinde temel amaç  $\{y_1, y_2 \dots y_s\}$  ölçüm vektörü kullanılarak gözlenemeyen bileşen/bileşenlerin tahmin edilmesidir. Kalman Filtresi bu tahmini yapmak için kullanılan yinelemeli bir tahmin algoritmasıdır.

$$x_t^s = E(x_t | y_{1:s}) \quad (3)$$

Burada  $s$  kullanılan bilginin boyutunu,  $t$  ise tahmin yapılan dönemi göstermektedir.  $E$  terimi beklenen değer operatörüdür.

Tahmin süreci üç alt kategoriden oluşmaktadır. Eğer  $s < t$  ise elde edilen tahmin  $x_t^{t-1}$  şeklinde gösterilir ve bir adım sonrası için öngörü (forecast) olarak adlandırılır. Eğer  $s = t$  ise elde edilen tahmin  $x_t^t$  şeklinde gösterilir ve filtre olarak

adlandırılır. Eğer  $s > t$  ise elde edilen tahmin  $x_{t-1}^s$  şeklinde gösterilir ve düzleştirici (smoother) olarak adlandırılır.

Kalman Filtresi algoritması şöyledir.

$$X_t^{t-1} = BX_{t-1}^{t-1} \quad (4)$$

$$\pi_t^{t-1} = B\pi_{t-1}^{t-1}B' + \Gamma \quad (5)$$

$$X_t^t = X_t^{t-1} + K_t(Y_t - AX_t^{t-1}) \quad (6)$$

$$\pi_t^t = [I - K_tA]\pi_t^{t-1} \quad (7)$$

$$K_t = \pi_t^{t-1}A'[A\pi_t^{t-1}A' + R]^{-1} \quad (8)$$

Burada  $\pi$  hata karesel ortalamasını ve  $R$  ise gözlem hata vektörünün ( $\varepsilon_t$ ) varyans-kovaryans matrisini göstermektedir. Sürecin başlatılması için  $x_0^0 = \mu_0$  ve  $\pi_0^0 = \Sigma_0$  başlangıç değerlerinin girilmesi gerekmektedir (Shumway ve Stoffer, 2017).

Yukarıdaki denklem sistemi Kalman Filtresi olarak adlandırılmaktadır. Buradan elde edilen  $x_n^n$  ve  $\pi_n^n$  ile  $t = n, n-1, \dots, 1$  için Kalman Düzleştirme (Kalman Smoother) şu şekilde tahmin edilmektedir (Shumway ve Stoffer, 2017).

$$X_{t-1}^n = X_{t-1}^{t-1} + P_{t-1}(X_t^n - X_{t-1}^{t-1}) \quad (9)$$

$$\pi_{t-1}^n = \pi_{t-1}^{t-1} + P_{t-1}(\pi_t^n - \pi_{t-1}^{t-1})P_{t-1}' \quad (10)$$

Burada  $P_{t-1}$

$$P_{t-1} = \pi_{t-1}^{t-1}B'[\pi_{t-1}^{t-1}]^{-1} \quad (11)$$

ile elde edilmektedir. Kalman Düzleştirme elde edilmesinde kullanılan bilgi Kalman Filtresinin elde edilmesinde kullanılan bilgiden daha büyük olduğundan hata kareler ortalaması daha küçük olmaktadır.

### 3.2. Model

Borsada işlem gören bir firmanın hisseleri için işlem hacmi  $v$ 'nin, iki ölçülemeyen bileşenin toplamından oluştuğu varsayılacaktır.

$$v_t = \alpha_t^s + \alpha_t^c \quad (12)$$

$\alpha^c$  bileşeni borsadaki tüm firmaları aynı oranda etkileyen ortak bileşendir.  $\alpha^s$  ise firmaya özgü olan bileşendir. Ampirik çalışmalarda  $\alpha^c$  bileşeni sıklıkla BIST100 ile ölçülmektedir. BIST 30 firmaları için bu modelin durum-uzay gösterimi şöyledir.



$$V_t = B\alpha_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$\alpha_t = A\alpha_{t-1} + \gamma_t \quad (14)$$

Burada  $V$  gözlem vektörüdür.

$$V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ v_{30} \end{bmatrix} \quad (15)$$

$\alpha$  gözlenemeyen bileşenler vektörüdür.  $\alpha_{1:30} = \alpha_{1:30}^s$  değişkenleri BIST 30 firmalarının her biri için firma özel etkileri ve  $\alpha_{31} = \alpha^c$  ortak etkiyi göstermektedir.

$$\alpha = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_{31} \end{pmatrix} \quad (16)$$

$B, (30 \times 31)$  boyutlu ve  $A$  ise  $(31 \times 31)$  boyutlu katsayı matrisleri,

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 0 & 1 \\ \vdots & \ddots & 0 & 1 \\ 0 & \cdots & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (17)$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (18)$$

biçiminde olmak üzere hata terimleri vektörleri,

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_{30} \end{pmatrix} \quad (19)$$

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, E)$$

$$\gamma = \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \vdots \\ \gamma_{30} \end{pmatrix} \quad (20)$$

$$\gamma_{it} \sim N(0, \Gamma)$$

ile verilir.

Kovaryans matrisleri ise

$$E = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (22)$$

şeklinde. Bu matrisler ile gözlem ve ölçüm denklemlerinde bulunan hata terimlerinin ilişkisiz olduğu ve hata terimlerinin varyansının bir olduğu varsayılmaktadır.  $B, A, E$  ve  $\Gamma$  matrisleri modelde katsayı tahmininin olmadığını göstermektedir.

Denklemler sistemi 13-14'te yer alan gözlenemeyen bileşenlerin Kalman Filtresi (denklemler sistemi 4-11) ile tahmin edilebilmesi için başlangıç değerlerinin ( $x_0^0 = \mu_0$  ve  $\pi_0^0 = \Sigma_0$ ) girilmesi gerekmektedir. Bunların tahmin edilmesi için,

$$x_{0,i}^0 = \bar{v}_i - \bar{v}_{bist} \quad i = 1, \dots, 30 \quad (23)$$

$$x_{0,31}^0 = \bar{v}_{bist} \quad (24)$$

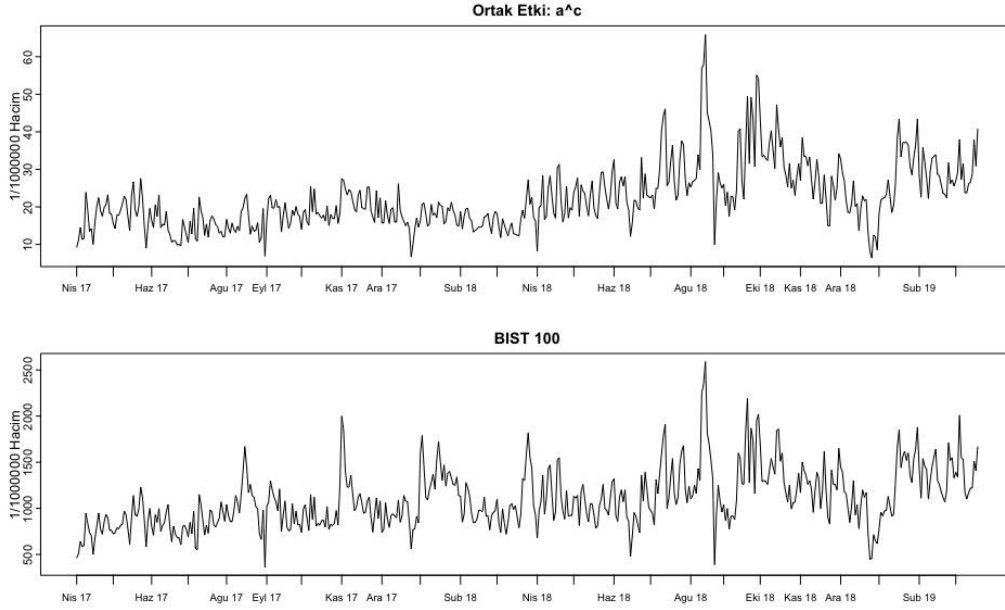
$$\pi_0^0 = 1 \quad (25)$$

formülleri kullanılmıştır<sup>5</sup>. Denklem 23 ve 24'de üst çizgi aritmetik ortalamayı ifade etmektedir.

Denklemler sistemi 13-14 sisteminin denklem 23 ve 24'deki başlangıç koşulları kullanılarak tahmin edilmesinden elde edilen  $\alpha_{t,i}^s$  ve  $\alpha_t^c$  serileri aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur. Grafiklerde kırmızı çizgi eğilim çizgilerini göstermektedir.

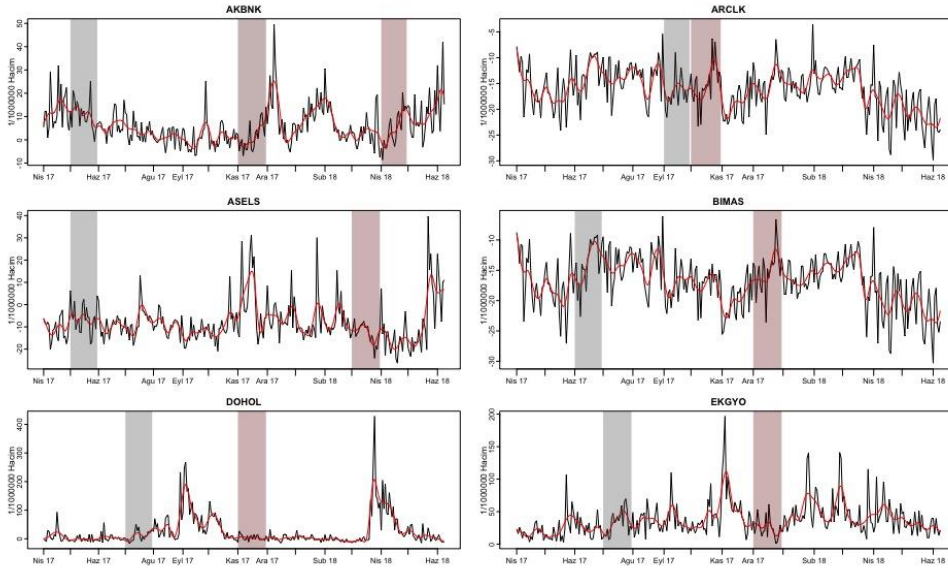
Aşağıda ilk grafikte ortak faktör  $\alpha_t^c$  ve BIST100 işlem hacminin benzer yapıda olduğu görülmektedir. Bu iki seri arasındaki korelasyon katkısı 0.78 olarak hesaplanmıştır. Bu benzerlik, modelimizin doğru kurulduğunu ve Kalman Filtresinin doğru çalıştığını göstermektedir. Çalışmamızda yapılan hesaplamalar ve hazırlanan grafikler R programı dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir (RStudio Team, 2020).

<sup>5</sup> Alternatif başlangıç koşulları ile yapılan tahminlerde sonuçlar ya çok az değişmiş ya da değişmemiştir.

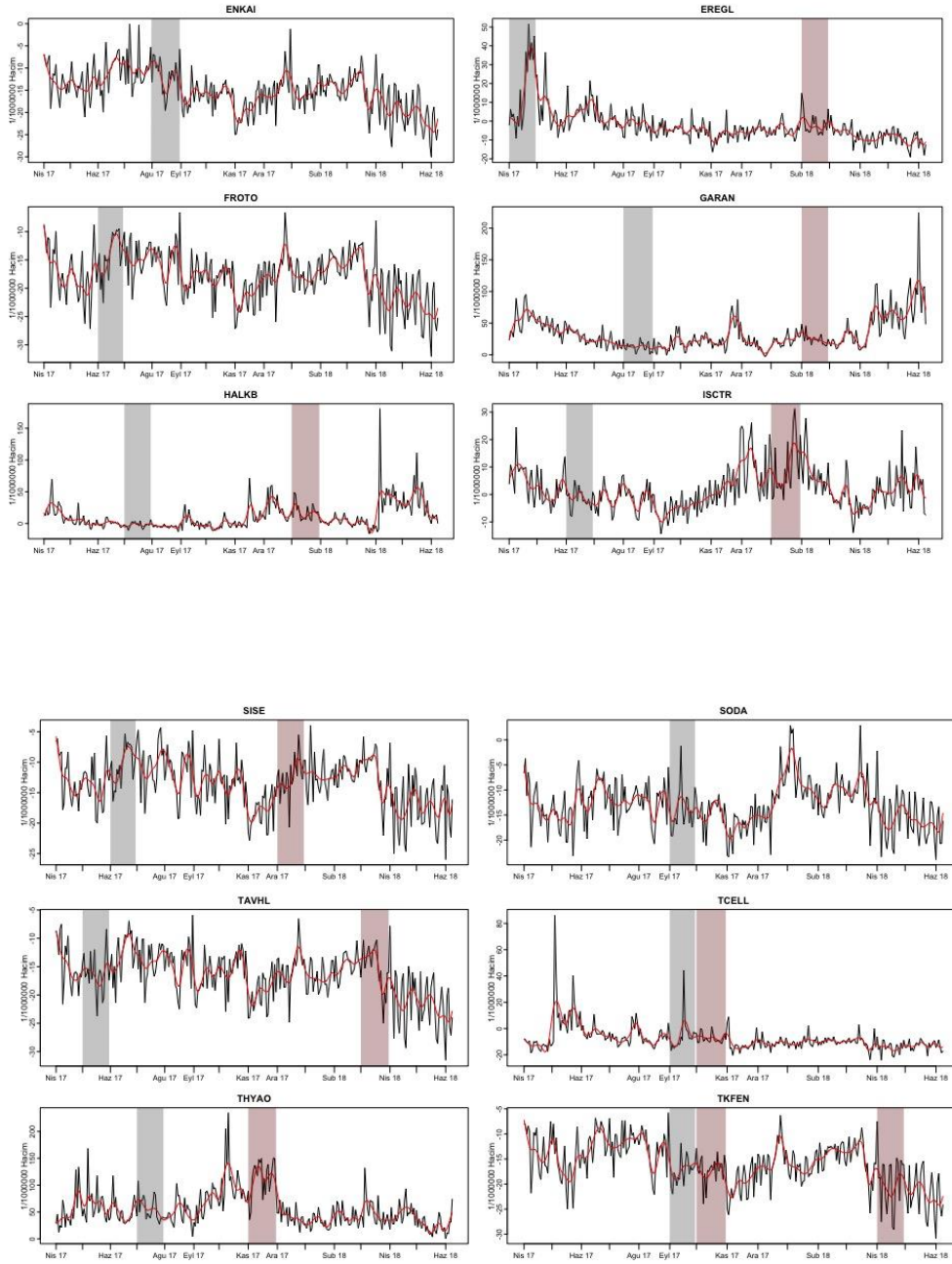


**Grafik 1: Ortak Faktör ve BIST 100 İşlem Hacmi**

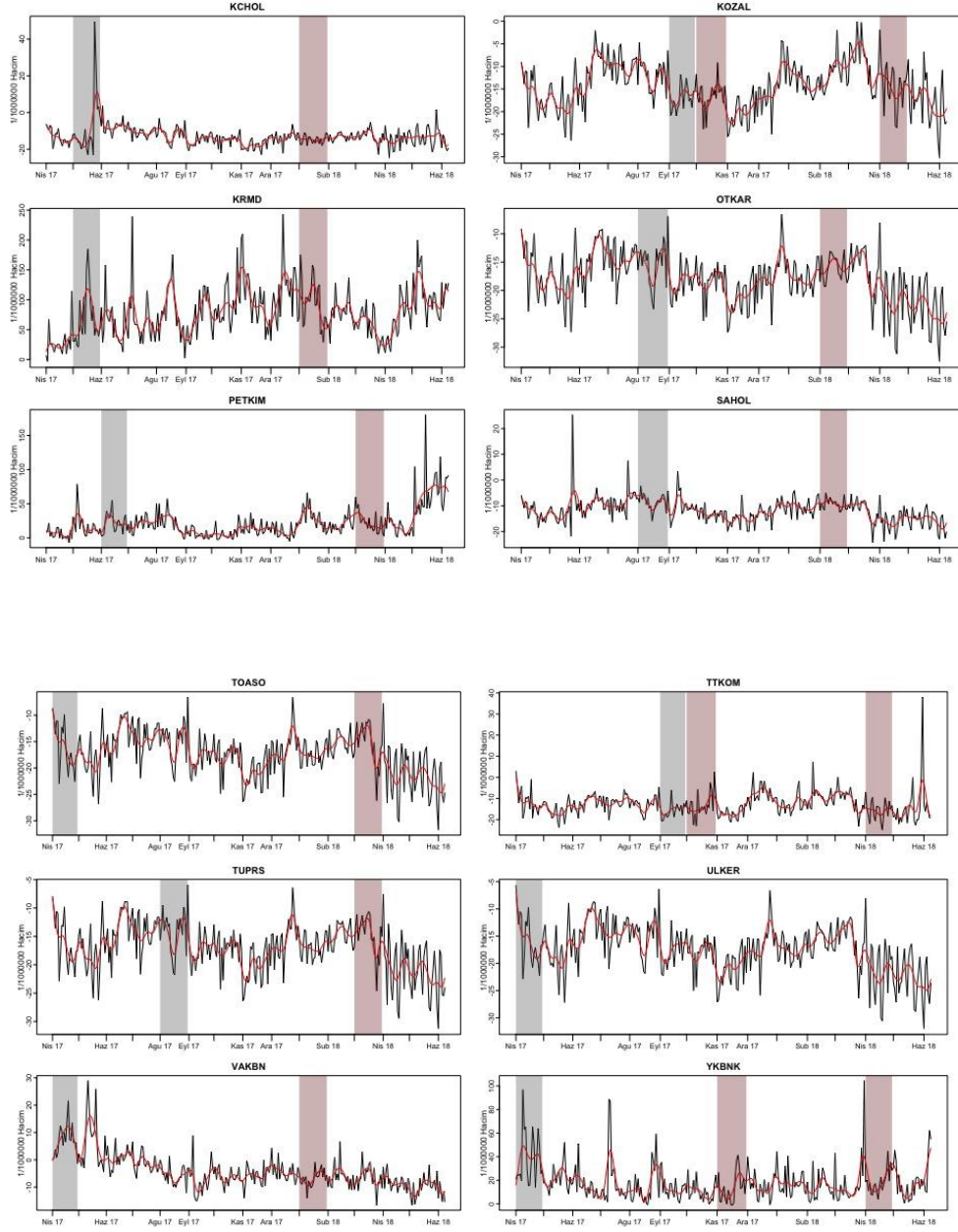
Grafik 2’de Kalman Filtresi ile elde edilen firmalara özgü bileşenler gösterilmektedir. Grafiklerde, gri renk aralığı ilk test dönemini; kırmızı renk aralığı ise ikinci test dönemini temsil etmektedir. Bu grafiklerde, uygulamanın olduğu aylarda her bir firma için oluşan işlem hacminin diğer aylardan farklı bir seyir izleyip izlemediği ve kırılmaların varlığı incelenmiştir.



**Grafik 2: Kalman Filtresi ile Elde Edilen Firma Özgü Bileşenler**



**Grafik 2 (Devamı): Kalman Filtresi ile Elde Edilen Firma Özgü Bileşenler**



**Grafik 2 (Devamı): Kalman Filtresi ile Elde Edilen Firma Özgü Bileşenler**

#### 4.Sonuç

Klasik karanlık havuz (dark pool) piyasalarında işlemin hangi taraftan geldiğiyle birlikte emir listesi de gözükmemektedir ve derinlik bu yüzden bilinmemektedir. Borsa İstanbul, Karanlık Havuz olarak isimlendirilmesine karşın tam olarak böyle bir düzenlemeyi hayata geçirmemiştir. 2010 yılının Ekim ayında Borsa İstanbul işlemlerde anonimite uygulamasına başlamıştır. Bu uygulamayla birlikte BIST, sadece işlemi yapan tarafın gözükmeyeceği fakat derinliğin gözüktüğü bir piyasa oluşturmuştur. Çoğu yatırımcı tarafından rahatsızlık duyulan bu uygulama, 2017 Nisan ayında başlayan 2 test döneminin ardından kaldırılmıştır. Bu uygulamanın Borsa İstanbul'a etkilerini inceleyen bir çalışmaya ulaşamamıştır. Uygulamanın, payların işlem hacimleri üzerindeki etkisini inceleyen bu çalışmamız, bu anlamda yazına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Uygulamaya konu olan hisse senetleri üzerinde alım satım işlemi gerçekleştiren aracı kurum isimlerinin tüm piyasaya şeffaf bir şekilde gösterildiği dönemler ile gösterilmediği dönemlerde, söz konusu paylara ilişkin işlem hacimlerinde farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Uygulamanın paylar üzerindeki etkisinin daha net anlaşılabilmesi için genel piyasada oluşan işlem hacmi etkisi Kalman Filtresi kullanılarak ayrıştırılmıştır. Bu yöntem sayesinde genel piyasa etkisinden arındırılmış firmalara özgü işlem hacimleri aylık dönemler itibarıyla grafikler üzerinde gösterilmiştir. Grafikler üzerinde gri ve kırmızı renkte gösterilen alanlar uygulamanın denk geldiği dönemleri belirtmektedir. Grafikler incelendiğinde, bazı firmalarda, test dönemine denk gelen kırılmalar görülmüştür. EREGL, KCHOL, TCELL ve SODA hisselerinde uygulama yapıldığı aylarda oluşan işlem hacimleri belirgin bir şekilde diğer aylarda oluşan işlem hacimlerinden ayrılmıştır. Fakat bunların tesadüfi mi yoksa karanlık havuz etkisi mi olduğunu anlayabilmek için daha geniş kapsamlı bir çalışmaya ihtiyaç vardır<sup>6</sup>. Bulduğumuz sonuçlarda genel olarak uygulamanın firmaların işlem hacimleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu bağlamdaki bulgular, Borsa İstanbul'un araştırması sonucu elde ettiği bulgularla tutarlılık göstermektedir. Etkin işleyen piyasalarda işleme taraf olan oyuncuların, piyasada oluşan fiyatlar üzerinde etkisinin olmaması gerektiği kabul edilmektedir. Borsa İstanbul için ortaya çıkan bu bulgular olumlu olarak algılanabilir.

Anket sonuçları yatırımcıların istekleri konusunda bölünmüş olduklarını ortaya koymaktadır. BIST, birçok borsada faaliyete geçen, işlemlerde hybrid seçenekler sunan düzenlemeleri uygulamaya koyabilir. Hybrid sistem, piyasadaki oyuncu çıkmasını engelleyebilir ve tüm yatırımcılar için daha optimum bir piyasa ortamı sunabilir.

<sup>6</sup> İlgili dönemlerde firmaya etki edebilecek haberler araştırılmalıdır. (Bu çalışmanın kapsamı dışındadır.)

Bu çalışma, kullanılan modelde her bir firmaya ait katsayı tahminlemesi yapılarak ve her bir firmaya etki edebilecek haberlerin incelenmesi ile genişletilebilir.

### **Kaynakça**

- Boulatov, A. ve George, T. J. (2013). Hidden and displayed liquidity in securities markets with informed liquidity providers, *Review of Financial Studies*.
- Cao, H. H., Ma Y. ve Ye D. (2013). Disclosure, learning, and coordination. In *First Annual Volatility Institute at NYU Shanghai (VINS) 2015 Conference*.
- Comerton-Forde, C., Putnins, T. J. ve Tang K. M. (2011). Why do traders choose to trade anonymously? *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46, 1025–1049.
- Comerton-Forde, C. ve Tang K. (2009). Anonymity, liquidity, and fragmentation. *Journal of Financial Markets*, 12, 337–367.
- Dennis, P. J. ve Sandås P. (2019). *Does Trading Anonymously Enchange Liquidity?* Cambridge: Cambridge University Press.
- Friederich, S. ve Payne R. (2014). Trading anonymity and order anticipation. *Journal of Financial Markets*, 21, 1 – 24.
- Foucault, T., Pagano, M. ve Roell, A. (2013). *Market Liquidity: Theory, Evidence, and Policy*. Oxford: Oxford University Press.
- Huddart, S., Hughes, J. ve Levine, C. (2001). Public disclosure and dissimulation of insider trades. *Econometrica*, 69, 665–681.
- Kalman, R. E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problems. *ASME Trans. J. Basic Eng.*, 82, 35-45.
- Kalman R. E. ve Bucy, R. S. (1961). New results in linear prediction and filtering theory. *ASME Trans. J. Basic Eng.*, 83, 95-108
- Rindi, B. (2008). Informed Traders as liquidity providers: anonymity liquidity and price formation. *Review of Finance*, 12, 497–532.
- RStudio Team (2020). RStudio: integrated development for R. Erişim adresi <http://www.rstudio.com/>.
- Scalia, A. ve Vacca, V. (2001). Does market transparency matter? A case study. *BIS Papers*, 2, 113-140.

Shumway, R. H. ve Stoffer D. S. (2017). *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples* (4th ed.). Switzerland: Springer International Publishing AG.

Theissen, E. (2003). Trader anonymity, price formation and Liquidity. *European Finance Review*, 7, 1–26.

Meling, T. G. (2020). Anonymous trading in equities. *Journal of Finance*.  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2656161>

KAP (t.y.). Erişim adresi <https://www.kap.org.tr/>.



---

## Impacts of Dark Pools on Borsa Istanbul: Kalman Filter Approach

---

### Extended Abstract

---

#### 1.Introduction

In recent years, new trading platforms have emerged in line with the needs of investors. One of them is dark pools. Although the matching of orders in dark pools exhibits a similar structure to the general stock market, investors cannot access depth information and do not have information about prices and quantities before the transactions take place. In dark pools, the large orders are confidential and have no effect on prices. Moreover, transactions are less costly and faster. Thus, they are preferred by institutional investors who trade in high volumes. High-frequency traders (HFT) prefer to trade in dark pools where the depth is not visible, as they do not want their strategies based on algorithmic trading to be solved by the other party. Some investors argue that dark pools make the market more efficient. On the other hand, some people say that the asset price, which arises from independent orders in dark pools, does not reflect the truth, thus disrupting the efficiency of the market. Leading stock exchanges such as Nasdaq, London Stock Exchange and Deutsche Börse have reduced the degree of transparency by considering investor profiles and emphasized anonymity in transactions. Many exchanges also offer systems that can be called as hybrid transactions, where investors can perform their transactions with the option that either they want without hiding their identities or in a way that hides their identities. On the other hand, the anonymity in the market may be in the form of the identities not appearing in the order book before the transaction is executed, or it may appear in the form of the party information not appearing even after the transactions have taken place.

#### 2.Method

Borsa İstanbul started the practice of anonymity in April 2017. It was tested on companies in BIST30 and was abolished after two 6-month test periods. In this study, the transaction volumes of 30 companies included in BIST30 during the test period were examined. It is assumed that the trading volumes of each firm have two unobservable components. One of these components is the common component that reflects the widespread effect that affects all companies in BIST at the same rate. The other component is the component that is specific to the company. The firm's total transaction volume consists of the sum of these two components. The Kalman Filter method was used to separate these unobservable components.

In the first trial period, transaction information is publicly available for different five stocks for each month. In the second trial period, anonymity is applied on five stocks for each month. Daily transaction volumes for the BIST30 stocks are used and Kalman Filter is used to disaggregate the effects of general market. Then, we examine the factor that specific to each stock whether anonymity has an impact on transaction volume.

#### 3.Results and Discussion

Looking at the graphs, it is seen that some companies experience structural breaks corresponding to the test period. The trading volumes of EREGL, KCHOL, TCELL and SODA stocks in the months of practice applied are significantly different from the trading volumes of other months that practice not applied. In general, it is found that the application did not have a significant effect on the transaction volumes of the companies. These findings are consistent with the result of Borsa İstanbul's research. It is expected that the players taking part in trading should not influence the prices in an efficient market. Therefore, these findings can be perceived as positive for Borsa

İstanbul. However, a more comprehensive study is needed to understand whether these effects are accidental or due to the dark pool application.

#### **4. Conclusion**

Anonymity in transactions was applied in Borsa İstanbul. This application has created a market where the market depth and order book are visible, but identity of investors is not observable. Then, this practice was removed after 2 test periods. This study examined the effect of the anonymity on the trading volumes of the shares. Findings indicate that the application did not have a significant effect on the transaction volumes of the companies, which are consistent with the findings obtained from Borsa İstanbul's research. Borsa İstanbul can offer a hybrid option in transactions, which has been implemented in many exchanges. This hybrid system may prevent investors from exiting the market and offer a more optimal market environment for all investors. This study can be extended by estimating the coefficient of each firm in the model used and examining the news that may affect each firm.