



KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK FREKANSLI İŞLEMLERİN BORSA İSTANBUL  
PAY PİYASASINDAKİ UÇ FİYAT HAREKETLERİ  
ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ**

İREM DAŞTAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ OĞUZ ERSAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL, ŞUBAT, 2021

İrem DAŞTAN

Yüksek Lisans Tezi

2021

**YÜKSEK FREKANSLI İŞLEMLERİN BORSA İSTANBUL  
PAY PİYASASINDAKİ UÇ FİYAT HAREKETLERİ  
ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ**

İREM DAŞTAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ OĞUZ ERSAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI FİNANS  
MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI'NDA YÜKSEK LİSANS DERESESİ İÇİN GEREKLİ  
KISMİ ŞARTLARIN YERİNE GETİRİLMESİ AMACIYLA KADİR HAS  
ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ'NE TESLİM EDİLMİŞTİR.

İSTANBUL, ŞUBAT, 2021

ARAŞTIRMA ETİĞİ VE  
YAYIN YÖNTEMLERİ BİLDİRİMİ

Ben, İREM DAŞTAN;

- Hazırladığım bu Yüksek Lisans Tezi tamamen kendi çalışmam olduğunu ve başka çalışmalardan yaptığım alıntıların kaynaklarını kurallara uygun biçimde belirttiğimi;
- Bu Yüksek Lisans Tezinin başka bir eğitim kurumunda bir derece veya diplomaya sunulan veya kabul edilen herhangi bir materyal içermediğini;
- "Yükseköğretim Kurulu Etik Davranış İlkeleri" uyarınca hazırlanan "Kadir Has Üniversitesi Akademik Etik İlkeleri"ni takip ettiğimi onaylıyorum.

Buna ek olarak, bu çalışma ile ilgili ortaya çıkabilecek herhangi bir usulsüzlük iddiasının, üniversite mevzuatına uygun olarak disiplin işlemi ile sonuçlanacağını kabul ediyorum.

İREM DAŞTAN

11/02/2021

## KABUL VE ONAY

**İREM DAŞTAN** tarafından hazırlanan **YÜKSEK FREKANSLI İŞLEMLERİN BORSA İSTANBUL PAY PİYASASINDAKİ UÇ FİYAT HAREKETLERİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ** başlıklı bu çalışma **11/02/2021** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda **OYBİRLİĞİ** ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ:

İMZA

Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ERSAN (Danışman) (Kadir Has Üniversitesi)

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Cumhuri EKİNCİ (İstanbul Teknik Üniversitesi)

\_\_\_\_\_

Dr. Öğr. Üyesi Aslı TOĞAN EĞRİCAN (Kadir Has Üniversitesi)

\_\_\_\_\_

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

\_\_\_\_\_

(Prof. Dr. E. Füsun Alioğlu)

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ONAY TARİHİ: / /

# İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ.....	i
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ii
DENKLEMLER LİSTESİ .....	iii
KISALTMALAR .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖZET .....	vi
TEŞEKKÜRLER .....	vii
İTHAF.....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. İLGİLİ LİTERATÜR.....	8
3. ARAŞTIRMA SORULARI.....	17
4. BİST TANIMI .....	19
5. VERİLER, EPM VE ÖZET İSTATİSTİK.....	21
5.1. HFT Verileri.....	21
5.2. EPM.....	21
5.3. Özet İstatistik .....	21
6. YÖNTEM.....	25
7. BULGULAR.....	27
7.1. EPM'ler Etrafında HFT Analizi.....	27
7.2. T-Test: Uç Fiyat Hareketli Günlerdeki HFT Aktivitesinin Getirisiz Günlerdeki HFT Aktivitesi İle Karşılaştırılması.....	41
7.3. Regresyon Analizi: HFT Toplam, HFT Alım, HFT Satım ve HFT Dengesizliği Aktivitesinin Regresyon Analizi .....	45
8. SONUÇ.....	50
KAYNAKÇA.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	59

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 5.1	Değişken İstatistikleri .....	22
Tablo 5.2	BIST30 Senetlerinin Değişken Raporu .....	22
Tablo 5.3	Günlük Getiri Aralıklarında Değişkenlerin İstatistikleri.....	24
Tablo 7.1	Günlük Getiri Aralıklarında HFT Aktivitesi .....	41
Tablo 7.2.1	Uç Fiyat Hareketli Gün-Hisselerde HFT Aktivitesi .....	43
Tablo 7.2.2	Ortak EPM'ler .....	44
Tablo 7.3.1	Toplam HFT Oranı Belirleyicileri .....	46
Tablo 7.3.2	Alım Tarafı HFT Oranı Belirleyicileri .....	47
Tablo 7.3.3	Satım Tarafı HFT Oranı Belirleyicileri.....	48
Tablo 7.3.4	Alım-Satım Tarafları HFT Dengesizliği Oranı Belirleyicileri .....	49

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Figür 7.1.1 Hisse Bazında Getirilerin %2 Üzeri ve Eksi %2 Altı Günlerinin Sayısı.....	27
Figür 7.1.2 Hisse Bazında Getirilerin %5 Üzeri ve Eksi %5 Altı Günlerinin Sayısı.....	28
Figür 7.1.3 Hisse Bazında Getirisi Eksi %5 ile Eksi %2 arası, Eksi %2 ile %0 Arası ve Eksi %5 Altı Günlerin HFT Ortalamaları .....	29
Figür 7.1.4 Hisse Bazında Getirisi %5 ile %2 Arası, %2 ile %0 Arası ve %5 Üzeri Günlerin HFT Ortalamaları.....	30
Figür 7.1.5 Aylık Ortalama HFT Oranı ve Uç Fiyat Hareketli Gün-Hisse Sayısı.....	31
Figür 7.1.6 Hisse Bazında Eksi %2 Altı HFT Dengesizlik Oranı ile %2 Üzeri HFT Dengesizlik Oranı İlişkisi.....	32
Figür 7.1.7 Hisse Bazında Eksi %5 Altı HFT Dengesizlik Oranı ile %5 Üzeri HFT Dengesizlik Oranı İlişkisi.....	33
Figür 7.1.8 Hisse Bazında %2 Üzeri ve Eksi %2 Altı EPM'ler Çerçevesinde Alım ve Satım Tarafı Arası HFT Farkı.....	34
Figür 7.1.9 Hisse Bazında %5 ve Eksi %5 EPM'ler Çerçevesinde Alım ve Satım Tarafı Arası HFT Farkı .....	35
Figür 7.1.10 Hisse Bazında %5 ve Eksi %5 EPM'ler Bazında HFT Alım-Satım Farkının HFT'ye Oranı.....	36
Figür 7.1.11 Hisse Bazında %2 ve Eksi %2 EPM'ler Bazında HFT Alım ve Satım Farkının HFT'ye Oranı.....	37
Figür 7.1.12 HFT % Dengesizliği .....	39
Figür 7.1.13 Hisse bazında ortalama ve standart sapma hesaplamaları .....	40



## DENKLEMLER LİSTESİ

Denklem 1 .....	25
Denklem 2 .....	25
Denklem 3 .....	25
Denklem 4 .....	26
Denklem 5 .....	37
Denklem 6 .....	38
Denklem 7 .....	39
Denklem 8 .....	45



## KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
API	Açık Piyasa Sistemi
AT	Algoritmik İşlem
BIST	Borsa İstanbul
BISTECH	Borsa İstanbul Yeni İşlem Platformu
DIBS	Devlet İç Borçlanma Senetleri
ELP	Endojen Likidite Sağlayıcı
EPM	Uç Fiyat Hareketi
HFT	Yüksek Frekanslı İşlem
IOSCO	Uluslararası Menkul Kıymetler Komisyonları Örgütü
KYÜYÜP	Kolektif Yatırım Ürünleri ve Yapılandırılmış Ürünler Pazarı
nHFT	Yüksek Frekanslı İşlem Olmayan
OSDS	Otomatik Seans Durdurma Sistemi
SEC	Amerika Birleşik Devletleri Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu
TKYD	Türkiye Kurumsal Yönetim Derneği

# INVESTIGATING HIGH-FREQUENCY TRADING AROUND THE EXTREME PRICE MOVEMENTS IN BORSA ISTANBUL

## ABSTRACT

The main focus of this study is the market participation of high-frequency traders (HFT) through extreme price movements. HFT is associated with large numbers of order submission activity with fractions of a second, high order cancellation rates and intraday profit-seeking behavior. We inquire whether the level of HFT activity is different for the stocks on the days with large positive and negative price movements. We work with the stocks listed in BIST30 index and with a timespan between December 2015 and March 2017, a period with relatively low HFT share in the market. The utilized HFT variables capture the total HFT share in the orders as well as the HFT shares on the buy and sell sides separately. We find that the HFT share in the buy (sell) orders for the stock-day pairs with positive (negative) extreme price changes is lower than the HFT share on the remaining days. This finding signals the fact that HFTs tend to take positions that are in line with the price direction and the potential HFT profits.

**Keywords:** High-frequency trading; Extreme price movements; Market microstructure; Market efficiency; Borsa Istanbul

# YÜKSEK FREKANSLI İŞLEMLERİN BORSA İSTANBUL PAY PİYASASINDAKİ UÇ FİYAT HAREKETLERİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ

## ÖZET

Bu çalışmanın temel inceleme konusu yüksek-frekanslı işlemlerin (high-frequency trading, HFT) uç fiyat hareketleri esnasında piyasalara katılımlarıdır. HFT, bir saniyeden çok daha kısa zaman aralıklarında yüksek sayılarda emir gönderimi, büyük oranda emir iptalleri ve gün içi marjinal kâr hedefi ile özdeşleştirilebilmektedir. Çalışmada pozitif ve negatif uç fiyat hareketleri yaşanan hisse ve günlerde HFT aktivitesinin diğer günlere göre daha farklı düzeylerde olup olmadığı sorusuna cevap aranmaktadır. HFT aktivitesinin görece düşük düzeylerde olduğu Aralık 2015 – Mart 2017 periyodu ve BIST30 endeksinde listelenen hisse senetleri çalışılmıştır. Kullanılan HFT değişkenleri piyasadaki toplam HFT oranı dışında alım ve satım tarafındaki HFT oranlarını da temsil etmeye yöneliktir. Pozitif (negatif) uç fiyat hareketli gün-hisse ikililerinde satım (alım) tarafındaki emirlerde HFT payının diğer günlerdekine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu bulgu HFT'lerin fiyat yönü ile uyumlu pozisyon aldıklarına ve potansiyel HFT kârlarına işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek-frekanslı işlemler; Uç fiyat hareketleri; Piyasa mikro yapısı; Piyasa etkinliği; Borsa İstanbul

## TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmanın yürütülmesi ve gerçekleşmesinde iki yıl boyunca değerli bilgilerini sabır ve hoşgörü ile benimle paylaşan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ERSAN'a,

Çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme,

Motivasyon desteği için başta Korhan BORA olmak üzere, kedim Kaymak'a ve Yıldız İktisattaki arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.





*Aileme...*

# 1. GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi ile hayatımızdaki birçok şey değişmiştir ve finansal piyasalar da bu bağlamda birçok yeniliğe uğramak zorunda kalmıştır. Finansal piyasalardaki yatırımcı tipleri ile her birinin kârlılığı teknolojik gelişmelerle değişiklikler göstermiştir. Şöyle ki yıllar öncesinde borsada işlem yapmakla günümüzde işlem yapmak arasında bilhassa hız konusunda çok büyük ölçüde farklar oluşmuştur. Borsaların tamamen otomatik hale gelmesi piyasada gerçekleşen işlem sayısını artırmış olup aracılarn teknoloji kullanımını genişletmelerini sağlamıştır. Verilerin işlem akışı, piyasa bilgileri akışına hızlı bir şekilde işlenmesi ve tepki verme yeteneğine dayanan yazılımların arkasında alım satım yapılması, kısa sürede çok sayıda işlem yapılmasını mümkün kılmıştır (Cartea ve Jaimungal, 2013). Finansal piyasalarda, yatırım yapmak için verilerin kullanılması veya işlemlere hızlı bir şekilde girebilmek için süratle ilgili sorunlar vardır. Bu sebeple finansal piyasalarda en hızlı aktörlerin birbirleriyle rekabet ettikleri bir hız yarışı mevcuttur. Bu durumda Borsa İstanbul, dünyadaki benzerleriyle rekabet etmek için küresel standartlarda hızı ve etkinliği yatırımcılarına sağlamalıdır. Böylece artık piyasalar insanlar tarafından yapılan alım-satım işlemleri ile değil, bilgisayar algoritmaları ile domine edilmektedir. “Örnek verecek olursak; finansal piyasalarda fiber optik kablolar ve mikro çipler günümüzde saniyenin 740 milyarda birinde emir gönderimine olanak vermektedir” (O'Hara, 2015). Bir başka örnek verecek olursak; 2013'te açıldığında dünyanın en hızlı transatlantik kablosu ve 60 milisaniyeden daha düşük gidiş-dönüş işlem hızları elde eden ilk ülke Amerika'dır (Golub, Keane ve Poon, 2012).

Yüksek frekanslı işlemler ((High Frequency Trading), (HFT)); bir saniyenin kesirlerinde, binlerce emir gönderimi, yüksek oranda emir iptalleri ve gün içi marjinal kâr hedefi ile özdeşleştirilebilen saniye veya milisaniye cinsinden pozisyon tutan bir işlem tipidir. Kısaca; “HFT, düşük milisaniye gecikmelerinde çok sayıda sipariş gönderme teknolojik yeteneğinden yararlanır” (Ersan ve Ekinci, 2016). Yani HFT stratejilerinin başarısının anahtarı, aracılarn işlem kararlarını almak için bilgi ve haber olaylarını işleme hızıdır. Baron ve diğ. (2019) en hızlı olan HFT firmalarının daha iyi ticaret performansına sahip olduğunu söylemişlerdir. Gomolka (2011) HFT'yi akıllı elektronik çözüm rutinleri (algoritmalar olarak bilinir) vasıtasıyla işlem stratejilerinin işlenmesi ve / veya yürütülmesi olarak tanımlar. Algoritmik işlem stratejileri hem kısa vadeli hem de uzun

vadeli odaklı olabilir (Lattemann ve Loos, 2012). Diğer yandan Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'na göre HFT; "Algoritmik alım – satım işlemlerinin bir alt sınıfı olan HFT'ler, önceden programlanan yatırım stratejileri doğrultusunda saniyenin milyonda biri hızlara ulaşan otomatik alım – satım işlemleri olarak tanımlanmaktadır. İleri teknoloji bağlantı altyapıları ile çalışan HFT'ler, organize borsalar ve elektronik işlem platformları üzerinden, hisse senedi, döviz ve vadeli işlemler piyasalarında kullanılmaktadır". Dönemin borsa başkanı robotlarla işlem yapmanın her geçen yıl arttığını ve yatırımcı portföyü ile piyasa hacmini artacağını söylemiştir. HFT faaliyeti, ticaret hacminin önemli bir bölümünü oluşturan bir dizi menkul kıymet ve türev piyasasında yaygın hale gelmiştir. HFT'ler, organize borsalar ile elektronik işlem platformları üzerinden; döviz, hisse senedi ve vadeli işlemler piyasalarında kullanılmaktadır. HFT işlem payının ABD ve Avrupa'da sırasıyla %55 ve %40 olduğu düşünüldüğünde ((Ersan ve Ekinci, 2016), (Bershova ve Rakhlin, 2012)), Türkiye'nin bu manada küresel benzerlerine yakınsaması sermaye likiditeyi, yatırımcı tabanını ve piyasayı çok farklı noktalara taşıyacaktır. SEC ((U.S. Securities and Exchange Commission), (ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu))'e göre ise HFT'ler (yüksek frekanslı işlemciler); "günlük bazda çok sayıda alım satım yapan stratejilerle çalışan tescilli bir kapasitede hareket eden profesyonel işlemciler" dir (Bhupathi, 2010).

HFT'ler fiyatlardaki dalgalanmaları yakalayıp küçük kârlarda çok sayıda işlem yaparak toplamda yüksek kâr elde etmeyi başarabilmektedirler. HFT'ler bu özellikleri sayesinde hisse senedi piyasalarındaki en büyük oyuncular olmuşlardır. HFT'lerin, fiyatları daha verimli kılmanın faydalı etkisine sahip olabilecek yüksek frekanslı arbitrajlara da katıldığı görülmektedir (Carrion, 2013). HFT firmalarının likidite sağlama ve parçalı pazardaki fiyat arbitrajında oynadıkları baskın rol, ticaret alanlarının pazar payını doğrudan etkilemektedir. Arbitrajlara katılımı kısa süreli alım-satım işlemleri ve yüksek hacimleriyle küçük fiyat farklarından kâr elde edip böylece birden fazla piyasada işlem gören hisselerin fiyat farklarından temin edilmektedir. HFT, (aşırı durumlarda) minimum fiyat farklarını kullanarak mikro saniye aralığında çalışan kısa vadeli işlem stratejilerini uygulayabilmektedir. Bu nedenle HFT, işlem başına minimum kâr marjı sağlar ve menkul kıymetlerin pozisyonlarının kısa tutulma sürelerini göstermektedir (Lattemann ve Loos, 2012). Bazzana ve Collini (2020) çalışmasında; HFT'nin ortalama olarak yüksek hacimli işlem günlerinde daha büyük bir yıkıcı etkiye sahip olduğunu göstermek mümkünken,



normal işlem günlerinde hem volatilitiyi hem de alış-satış farkını dengeleyerek daha düşük bir etkiye sahip gibi görünmektedir. HFT'lerin genel işlemi, geçmiş getirilerle negatif korelasyon gösterirken, HFT'lerin işlemi, geçmiş getirilerle ilgili momentum stratejilerini takip ettiklerini ima ederek geçmiş getirilerle pozitif olarak ilişkilidir. (Brogaard, Hendershott ve Riordan, 2013). Ayrıca, Menkveld (2013) HFT pozisyon değişikliği, işlem günü boyunca kalıcı fiyat değişiklikleriyle negatif bir korelasyon gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

HFT algoritması, bir insanın gözünü açıp kapama süresi yaklaşık 300 milisaniye sürdüğü için, insanların ticareti rekabet edemediği milisaniyenin altındaki zaman ölçeğinde çalışır. HFT algoritmaları birbirleri ile rekabet ettikçe, iki zorlukla karşılaşılır:

- Her mikro saniyede büyük miktarda veri alırlar.
- Gözlemlenen veriler üzerinde oldukça hızlı hareket edebilmeliler, çünkü gözlemledikleri sinyallerin kârlılığı çok çabuk azalır.

HFT'lerin rekabet üstünlüğü hız olduğundan, stratejileri pazara çok hızlı bir şekilde (milisaniye, saniye veya dakika) girme ve çıkma fırsatları arar ve sonuç olarak bekletme süreleri oldukça kısadır (Cartea ve Jaimungal, 2012). Ayrıca, HFT'ler, bir günde teminat vermek zorunda kalmamak ve ertesi gün alım satım yeniden başladığında olumsuz fiyat hareketleri riskinden kaçınmak için günü envanter olmadan bitirmeyi amaçlamaktadır (Cartea ve Jaimungal, 2013). Böylelikle, kazançlar her bir işlem gününde çok küçük bir marj elde etmek için pozisyonları çok hızlı çevirerek elde edilir (satın alma ve ardından satış veya tersi), fakat bunu her işlem gününde mümkün olduğu kadar çok tekrarlayarak yapmaktadır (Cartea, Jamimungal ve Ricci, 2014).

HFT'nin birçok farklı işlem stratejisi oluşturduğunu bilmek önemlidir. Hem Uluslararası Menkul Kıymetler Komisyonları Örgütü (IOSCO) hem de SEC, bu tür stratejileri ayırt etmenin düzenleme tasarımında çok önemli olduğunu vurgulamıştır.

IOSCO (2011); “HFT tek bir strateji değil, her biri farklı bir piyasa etkisine sahip ve dolayısıyla farklı düzenleyici konular ortaya çıkaran çok sayıda stratejide kullanılan bir dizi teknolojik düzenleme ve araçtır” açıklaması yapmıştır. SEC'in 2010'daki açıklamasında ise HFT ile ilgili; “Gerçekte, herhangi bir özel şirket aynı anda, bazıları çok sayıda işlem üreten birçok farklı stratejiyi kullanıyor olabilir. Muhtemelen, bu stratejilerden bazıları piyasa kalitesine fayda sağlayabilir ve uzun vadeli yatırımcılar ve diğerleri zararlı olabilir” demiştir.

Sipariş akışları ve likidite dalgalanmaları gibi piyasa olayları, yüksek frekans alanında fiyat oluşumunun ayrıntılı bir açıklamasını sağlayacaktır. HFT'lerin gelişi, kitlesel olarak artan limit sipariş teslimleri ve iptalleri, gün içi fiyat dalgalanmalarının ve piyasa hacimlerinin parçalanmasıyla çakıştığı için, HFT düzenlemesi konusunda birçok söylemde bulunulmuştur. Yagi ve diğ. (2020) hacmin gerçek piyasalardaki derinlikle ilişkili olmasının nedeninin sadece yatırımcıların sipariş fiyatlarındaki değişimin dinamik olarak değişmesi değil, aynı zamanda yatırımcıların sipariş frekanslarının da dinamik olarak değişmesi olduğunu bulmuşlardır. Piyasa likiditesi yalnızca dört ana piyasa likidite göstergesi (hacim, sıklık, esneklik ve derinlik)'ni araştırmışlardır.

Özel bilgi sahibi (informed) HFT'ler, geçici fiyatlama hatalarının tam tersi yönde ve gelecekteki verimli fiyat hareketleri ile aynı yönde işlem yaparak, fiyat verimliliğinde yararlı bir rol oynamalarını sağlamaktadır. Böylece HFT kârlarının oldukça yüksek olduğu tahmin edilmektedir (yıllık 3 milyar dolar) (Brogaard, 2010). HFT'ler, uzun vadeli yatırımcıların pahasına yılda 8 milyar dolardan 21 milyar dolara kadar kazanmaktadırlar (Arnuk ve Saluzzi, 2012). Diğer yandan, bu hız yarışında öne geçmek için büyük yatırımlar gerekmektedir (3 milisaniye hız artışı için 0,5 milyar dolar) (Laughlin ve diğ., 2014). HFT'lerin fiyat keşfindeki faydalı rolü, işlemin teorik modelleri ile ilişkilidir, örneğin; Kyle (1985), bu modellerde işlemciler geçici fiyatlama hataları karşısındaki alım satımı ve kalıcı fiyat değişikliği yönüne çevirip alım satım gerçekleştirirler. Fiyatlandırma hataları yönünde işlem yapan HFT'ler risk yönetimi, işlem veya fiyatları manipüle etme girişimlerinden kaynaklanabilirken, çeşitli arbitraj stratejilerini takip eden HFT'ler, HFT'lerin fiyatlandırma hataları karşısında ters yönde işlem yapmasına yol açabilir. Özel bilgi sahibi olan HFT'ler, geçici fiyatlandırma hatalarının tersi yönde ve gelecekteki verimli fiyat hareketleri ile aynı yönde işlem yaparak fiyat verimliliğinde faydalı bir rol oynamaktadır (Brogaard, Hendershott ve Riordan, 2009). Gomber (2015), HFT'yi bir piyasa mikro yapısı perspektifinden analiz eder ve HFT'yi menkul kıymet alım satımında değer yaratma zincirinin merkezi bir unsuru olarak bulur. Değer yaratma zincirinin bir parçası olarak, HFT verimliliğinin artmasına, açık ve kapalı işlem maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunur. (Lattemann ve Loos, 2012).

Piyasadaki yatırımcı sayısına göre az sayıda HFT olmasına rağmen HFT payı, genel olarak şu şekilde tahmin edilmektedir; HFT'ler her gün gelişmiş piyasalarda işlem gören hacmin %50 ile %75'ini ve borsaların kârının önemli bir kısmını oluşturur. Daha küçük HFT'ler günde yüz milyonlarca işlem gerçekleştirirken, daha büyük HFT'lerin bir kısmı, belirli bir günün işlem hacminin %10'undan fazlasını oluşturur. Daha gelişmiş piyasalarda HFT daha erken ortaya çıkmakla birlikte 2009 yılında ABD'de hisse senetleri piyasasında %60, Avrupa'da ise %40 civarındaydı. HFT hisse senedi ve türev alım satım işlemlerinde emir hacminin %10 ila %70'inden sorumlu olduğu görülmektedir. ABD hisse senedi piyasasında HFT'nin katılımının 2009 yılından sonra azaldığı tahmin edilmekle birlikte, 2012 yılında payının %51'e kadar çıktığı öne sürülmüştür (Popper, 2012).

Borsa İstanbul'da son yıllarda yaşanan teknolojik ilerleme ve gelişim ile HFT'lerin dahil olmasına imkan tanınmıştır. 30 Kasım 2015 tarihinde Pay Piyasasında devreye alınan BISTECH platformu HFT dahiliyetine imkan vermiştir. Borsa İstanbul'daki HFT payına dair öncül çalışmalar %10'dan daha az oranlar ortaya koymaktadır (Ersan ve Ekinci, 2016; Ekinci ve Ersan, 2018). Diğer yandan, artan işlem hacmi ile bu oranın günümüzde %10 - %20 arasında olduğu tahmin edilebilir.

HFT'nin aktivitesine dair özel bir veri seti ile yapılan çalışmada 2009 yılında ABD hisse senedi piyasalarındaki işlemlerin %74'ünde 26 HFT firmasının alıcı ve satıcı taraflarından en az birinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Brogaard, 2010). Bu değer, gönderilen emir rakamlarında ve işlem hacimlerinde geçerli olup HFT kullanımı çok fazla ve karışıktır. Gelişmiş piyasalarda geniş ampirik bir bulgu olmakla beraber çelişkili sonuçlara varılmaktadır.

HFT'lerin getiri arayışı, faaliyetlerinin piyasalarda işlem hacimleri ve likiditenin artması ve alım satım marjlarının daralması gibi olumlu katkıları bulunmakla birlikte, bu işlemler bazı riskleri de beraberinde getirir. HFT'ler aynı zamanda en değişken günler ve makroekonomik haber duyuruları gibi stresli zamanlarda likidite sağlar (Brogaard, Hendershott ve Riordan, 2009). Ayrıca Brogaard ve Garriott (2019) HFT rekabetinin likiditeyi artırdığını söylemişlerdir. Endojen likidite sağlayıcılarının ((ELP),(Endogenous Liquidity Provider)), bu stresli dönemlerde sıklıkla piyasadan

çekildiğini bulmaktadır (Raman ve diğ., 2014), (Bongaerts ve Van Achter, 2015), (Cespa ve Vives, 2017), (Korajczyk ve Murphy, 2015), (Anand ve Venkataraman, 2016). Ayrıca Brogaard (2018)'de ELP'lerin stresli zamanlarda likidite sağlama görevi olmadığını söylemiştir. Bu konu ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Literatürde sırasıyla ilgili yazarların HFT faaliyetine, likiditeye, volatiliteye ve piyasa kalitesine değinilmiştir.

Bu çalışmada gelişmekte olan piyasa Borsa İstanbul'da yüksek frekanslı işlemin varoluşuna ilişkin analizler yapılmaktadır. Temeldeki odak noktası uç fiyat hareketleri ((EPM'ler), (Extreme Price Movements)) anındaki yüksek frekanslı işlemlerin davranışlarını ve piyasa payı incelemektedir. HFT varlığı ve davranışı ile ilgili araştırma yöntemleri üç ana bölümde yapılmaktadır.

Birincisi, uç fiyat hareketleri etrafında HFT'nin analizidir. Burada kullanılan yöntemdeki tanımlayıcı istatistikler; hisse bazlı ve getiri aralığı bazlıdır. Burada EPM'li günlerin getirilerinin sayısı, EPM'ler dahilinde HFT ortalamaları, uç fiyat hareketlerinin HFT ile ilişkisi, HFT dengesizliği ve HFT alım-satım taraflarındaki davranışları incelenmektedir. İkinci olarak t-test ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu yöntemin yapılaş amacı uç fiyat hareketi bulunan ve bulunmayan hisse-günlerde HFT seviyesinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını cevabıdır. Bu analizin sonucunda uç fiyat hareketi olan hisse ve günlerde HFT aktivitesi daha azdır. Pozitif uç fiyat hareketlerinde (%0.5 ve %2 arası, %2 ve %5 arası, %5 ten fazla) satım tarafında HFT azalmıştır. Negatif uç fiyat hareketlerinde ise (Eksi %5 ten az, eksi %5 ve eksi %2 arası, eksi %2 ve eksi %0.5 arası) alım tarafındaki HFT'nin azaldığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Üçüncü yöntem tek ve çok değişkenli regresyon analizleridir. Buradaki amaç alternatif uç fiyat hareketi değişkenlerinin, diğer değişkenler kontrol edildikten sonra HFT üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığını bulmaktır. Öncelikle regresyon analizlerinin bağımlı değişkenleri dört grupta incelendi. Bunlar; HFT toplam, HFT alım, HFT satım ve alım-satım tarafları HFT dengesizliğidir. Bağımlı değişkenlerin her biri dört modelde incelendi. 1. Modelde %5 üzeri ve eksi %5 altı hisse-günler, Model 2; %2 üzeri ve eksi

%2 altı hisse-günler, Model 3; %5 üzeri ve eksi %5 altı hisse-günler ile hacim volatilité ve likidite 4. Modelde ise bağımsız değişkenler %2 üzeri, eksi %2 altı hisse ve günler, hacim, volatilité ve likiditedir. HFT'ler uç fiyat hareketleri sırasında kayıp yaşayacakları yönde daha az emir göndermektedirler.

Bu çalışma Borsa İstanbul'daki yüksek frekanslı işlemleri araştıran ilk çalışmalar arasındadır (Önceki bazı çalışmalar; Ersan ve Ekinci, 2016; ve Ekinci ve Ersan 2018).

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir; 2. Bölüm ilgili literatürü içermektedir.

Bölüm 3, analizlerin yapılmasında sorulan araştırma sorularını içerir. Bölüm 4'te Borsa İstanbul'a dair bilgiler mevcuttur. Bölüm 5, kullanılan veri seti, uç fiyat hareketleri ve özet istatistik hakkındadır. Bölüm 6, HFT ayrıntılarını ve ölçümlerini açıklayan metodolojileri ve analiz bulgularını içerir. Sonuç bölümü ile noktalanır.

## 2. İLGİLİ LİTERATÜR

Algoritmalar, alıcılar ve satıcılar arasında piyasa yapıcı olarak çalışırlar. Diğer bir deyişle otomatik AL/SAT sinyallerini elde edip, geçmişe dönük performans testleri yapabilirler.

Algoritmaların bazı avantajları;

- Manuel işlem yapmaya kıyasla daha hızlıdırlar.
- Koşul gerçekleştiği an çalışırlar.
- Kararsızlık sorunu olmaz.
- Farklı stratejileri iç içe kullanma şansı sunar.

Algoritmaların bazı dezavantajları;

- İşlem sayısı artacağından dolayı fazladan maliyet getirmektedir.
- İyi formüle edilmezse zarar ettirebilirler.

Algoritmalar; fiyata, habere, formasyonlara ve indikatörlere göre yazılabilmektedir. HFT ve Ultra HFT (yanlış fiyatlama kaybolmadan veya piyasa sinyali fiyata dahil edilmeden önce hızlı bir şekilde işlem yapmaktadır), işlemciler için, sadece küçük bir süreyle var olabilecek son derece küçük fiyat uyuşmazlıklarından yararlanmak için bir yol teşkil edip bilgisayar destekli kural tabanlı algoritmik işlem ((Algorithmic Trading), (AT)), sipariş vermek için otomatik kararlar veren programlar kullanır. AT, piyasa hareketlerinin sürekli izlenmesi gerekliliğini ortadan kaldırmış olup otomatik AL/SAT sistemiyle piyasa işlemlerini gerçekleştirmektedir. AT büyük ebatlı siparişleri böler, bu ayrı siparişleri farklı zamanlara yerleştirir ve teslim olduktan sonra işlem emirlerini yönetebilmektedir. ABD hisse senedi piyasalarındaki işlem hacminin %50 ila %77'sinin AT'den kaynaklandığını bildirmektedir (Cvitanic ve Kirilenko, 2010).

Genellikle emeklilik fonları veya sigorta şirketleri tarafından yapılan büyük ölçekli siparişler, hisse senedi fiyat seviyeleri üzerinde ciddi bir etkisi olabilir. AT büyük siparişleri çok sayıda küçük ölçekli siparişe bölerek bu fiyat etkisini azaltmayı ve böylece işlemcilerle bir miktar fiyat avantajı sağlamayı amaçlamaktadır. HFT ile AT'nin arasındaki fark; AT daha kapsamlıdır ve HFT, AT'nin alt kümesidir. AT bilgisayar ortamında tanımlanan koşullar ile alım satım sağlayan bir yapıdır, HFT ise çok küçük saniyelerde oluşan fırsatları değerlendirmektedir. Kısacası HFT, AT'nin bir türüdür.

Algoritmalar aynı zamanda piyasaya sipariş gönderme zamanlamasını kontrol etmektedir. Bu algoritmalar, gerçek zamanlı yüksek hızlı veri akışlarını okur ve işlem sinyallerini tespit edip uygun fiyat seviyelerini belirler sonrasında işlem siparişlerini uygun bir fırsat bulduklarında yerleştirir ayrıca arbitraj fırsatlarını da tespit ettiklerinde takip eden eğilime, haber olaylarına ve spekülasyonlara dayalı işlemci yerleştirebilirler. Bu algoritmalar aynı zamanda piyasaya yüksek hızlı, genellikle milisaniye veya mikro saniye cinsinden gönderilecek küçük ölçekli işlem siparişlerini yönetmektedir. Bu emirler, bir piyasa yapıcı rolünü çoğaltan yüksek hızlı algoritmalar tarafından yönetilmektedir. HFT algoritmaları, genellikle, teklif sonrası farklarından yararlanmak için iki taraflı sipariş yerleşimlerini (al-düşük ve sat-yüksek) içermektedir. HFT algoritmaları ayrıca, küçük boyutlu siparişler göndererek ve işlemlerinde alınan kalıpları ve zamanı analiz ederek, bekleyen geniş ebatlı (yüksek kotalı) emirleri anlamaya çalışmaktadır. Piyasa kalitesi, likidite, volatilitte, getiriler gibi konularda HFT'nin etkileri sıklıkla incelenmelidir.

Yüksek frekanslı (HF) alım satım olarak bilinen bir AT alt kümesi olan bu bilgisayarlı kısa vadeli stratejilerin etkinliği, mikro saniye cinsinden bilgi işlem ve elektronik piyasalara mesaj gönderme yeteneğine bağlıdır, bkz. (Cartea ve Penalva, 2011). Borsaların yanı sıra, piyasa katılımcıları, artan bir şekilde işlem ihtiyaçlarını karşılamak için bilgisayar kullanımına güvenmektedirler. AT önceden belirlenmiş kural-stratejiler doğrultusunda işlem yapma şeklidir, bilgisayarların otomatik olarak emir göndermesi ile gerçekleşir. Başlangıçta, bilgisayarlar işlem yapmak için kullanılıyordu fakat artık günümüzde bilgisayarlar stokları yönetiyor ve alım satım kararlarını onlar veriyor. Elektronik piyasalarda bu modern işlem şekli AT olarak bilinir. AT finansal piyasalarda, alım-satım işlemlerinin modellenip hesaplama algoritmaları içerdiği bilgisayar programları aracılığıyla uygun miktarda ve en uygun fiyat ile otomatik olarak gerçekleştirebilir. Her ne kadar bu çalışmanın temel inceleme noktası HFT olsa da AT ve ona dair literatür de bu çalışma konusuyla ilgilidir (Örneğin; Hendershott ve diğ. 2011). Baron ve diğ. (2019) HFT firmaları göreceli gecikme süresinde rekabet etmelerine rağmen, HFT endüstrisinin diğer yatırımcılara katılan maliyetinin en azından ortalama olarak veya normal piyasa koşullarında düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Regresyon sonucu, HFT faaliyetinin bir standart sapma artışının, veri setindeki ortalama bir kurum

için günlük 10.000 dolardan fazla bir ek maliyete yol açtığını göstermiştir. Carrion (2013), fiyatların HFT'lerin belirli bir hisse senedinde daha aktif olduğu günlerde daha verimli olduğunu görmüştür. HFT'lerin likidite talep ederken fiyat verimliliğini artırdığını göstermiştir.

Brogaard ve diğ. (2017), HFT'lerin 2008 açığa satış sınırlaması dönemindeki likidite üzerindeki etkilerini incelemiştir. nHFT (NonHFT, HFT olmayan)'lerin açığa satış işlemlerinin alım satım marjları ile ölçülen likiditeyi iyileştirdiğini ve HFT'lerin açığa satışları ise kötüleştirdiğini söylemektedir. Bu kötüleştirme limit emirlerinin seçilmesi ile likidite sağlayıcılar arasındaki rekabetin ve nHFT'lerin işlem miktarlarının azaltılması yoluyla olmaktadır. Bu çalışma yüksek volatilité olan periyotlarda HFT aktivitelerinin likidite üzerindeki olumsuz etkisine işaret etmektedir (Brogaard ve diğ., 2017). Brogaard (2018)'deki bir başka makalesinde "Piyasadaki Stres Zamanlarında HFT'ler Likidite Sağlama Konusunda Güvenilir Mi?" sorusunu incelemiş ve HFT'lerin uç fiyat hareketleri sırasında nHFT'ler tarafından oluşturulan dengesizlikleri ortadan kaldırmak suretiyle likidite sağladığını görmüştür. Birden fazla hisse uç fiyat hareketleri yaşarsa HFT'lerin likidite talepleri arzlarının üzerine çıktığını ve HFT'lerin uç fiyat hareketlerine yol açtığını gözlemlemişlerdir (Brogaard ve diğ., 2016). HFT'nin en büyük yararı, piyasadaki likiditeyi artırması ve önceden çok küçük olacak olan teklif-talep marjlarını kaldırmış olmasıdır. Bu, HFT'ye ücretler eklenerek test edilmiş ve sonuç olarak, teklif-talep marjlarını artırmıştır. Investopedia'nın 2019'daki bir yazısında, hükümet HFT'ye ücretler getirdiğinde Kanada'daki teklif-talep marjlarının nasıl değiştiğini değerlendirmiştir ve teklif-talep marjlarının %9 arttığı bulunmuştur. Ayrıca, HFT'ler en değişken günler ve makroekonomik haber duyuruları gibi stresli zamanlarda likidite sağlamaktadır. HFT'ler kalıcı fiyat değişiklikleri yönünde ve geçici fiyatlandırma hataları karşısında ters yönde işlem yapmaktadırlar (alım veya satım). Bu, likidite talep eden (pazarlanabilir) emirleri ile yapılır ve ortalama olarak ve en değişken günlerde geçerlidir. Buna karşılık, HFT'lerin likidite tedariki (pazarlanamayan) limit emirleri ters olarak seçilmiştir. HFT'lerin likidite talep eden siparişlerin bilgi alma avantajı, işlemin alım satım farkı ve alım satım ücretlerinin üstesinden gelmek için olumlu alım satım gelirleri elde etmek için yeterlidir. Likidite arz limiti siparişlerinde, ters seçim ile ilgili maliyetler, teklif-talep dağılımından



ve likidite indirimlerinden elde edilen gelirlere daha küçüktür. HFT'nin faydaları ve dezavantajları dünya çapında oldukça tartışılmaktadır (Lewis, 2014).

Genellikle, en yüksek işlem hızına sahip olan işlemciler, işlem hızının daha düşük olduğu işlemcilerden daha kârlıdır. "Sıfır gecikme yarışı" ("race to zero") olarak adlandırılan bu teknoloji, teknoloji alt endüstrisinin yükselişine yol açmıştır. Örneğin, Hibernia Atlantic'in 300 milyon dolarlık Express Express'i Atlantik Okyanusu'ndaki gecikmeyi 5 milisaniye düşürmeyi hedeflemiştir. (Golub, Keane ve Poon, 2012).

Türkiye finans piyasaları da özellikle son beş yılda teknolojik açıdan çok önemli bir dönüşüm yaşamıştır. BISTECH (BIST Yeni İşlem Platformu) geçişi sonrası çok yüksek hızda emir gönderimine imkan tanımıştır. Emir işleme kapasitesi 100.000 emir/saniye seviyesine ulaşmıştır. 100 mikro saniyeden daha kısa sürelerde emir iletimi mümkün hale gelmiştir. Bu sayede Türkiye piyasasında HFT etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir hale gelmiştir.

TKYD'nin 2018'deki bir yayımında; BISTECH daha hızlı erişim imkanı sağlar. Borsa İstanbul BISTECH sayesinde geliştirdiği ve hala da geliştirmekte olduğu ürünlerle uluslararası ilgi görmeyi hedeflemektedir. Borsa İstanbul pay piyasasında mevcut işlem hacminin %20'si kolokasyon (yani algoritma kullanan özel müşterilere) kaynaklıdır. Toplam işlem hacminde HFT'nin yeri ise %10 seviyesindedir (Çetinkaya, 2017).

HFT'lerin piyasa kalitesini etkileyebileceği olasılığıyla ilgili teorik nedenler vardır. Klasik piyasa mikro yapı modellerinde işlem sürünmelerinin ana kaynakları bilgi asimetrisi, envanter riski ve sipariş işleme maliyetleridir. Biais, Foucault ve Moinas (2011) ve Jovanovic ve Menkveld (2012) 'de belirtildiği gibi, HFT'lerin hız avantajı, kamu işlemcilerine göre daha hızlı tepki verebilmelerini sağlamıştır. Limit emirleri verirken likidite sağlamak, daha yavaş işlemciler için daha risklidir. Bazı çalışmalar piyasa yapıcı envanter ayarının nispeten yavaş gerçekleştiğine dair kanıtlar göstermiştir ve HFT'ler envanteri daha agresif bir şekilde yönetirse, likidite üzerindeki etkilerin artması beklenebilmektedir. Büyük işlem hacimlerinden dolayı HFT'ler için sipariş işleme maliyetleri azaltılmalıdır. Likidite ekleme indirimleri ise hacme göre sıralanır ve sabit maliyetleri daha fazla işleme yayılır. Brogaard (2010), Hasbrouck ve Saar (2013) ve Jarnecic ile Snape (2014), HFT'lerin genellikle en iyi alış ve satış fiyatlarında bulunmaları koşuluyla uygun işlem imkânını artırdıklarını göstermişlerdir. Böylece,

HFT'ler tarafından piyasaya likidite sağlandığı, geçici likidite dengesizliklerinin önlendiği ve işlem maliyetlerinin azaldığı sonucuna varmışlardır. Hasbrouck ve Saar'ın 2013 yılındaki makalesinde görmüş oldukları diğer tespit, piyasalarda belirsizlik fazlayken HFT'nin likidite üzerinde olumlu etkisinin daha kuvvetli olduğu sonucudur.

Öte yandan, HFT'nin likidite üzerinde olumsuz etkileri de olabilir. Örneğin, Egginton ve diğ. (2016), piyasa likiditesinin çok yoğun emir gönderiminin olduğu dilimlerde kötüleştiğini; Hasbrouck ve Saar (2009), HFT'lerin likidite sağlayıcılığının yok olabilen yapısını; Baron ve diğ. (2012) en yüksek HFT kârlarının likidite talep edenlerden geldiğini görmüşlerdir. Baron ve diğerleri 2015 yılındaki makalesinde ABD borsası verilerini incelediklerinde “Genel HFT'lerin alım satımı ve HFT'lerin kısa satışlarının likidite tedarikçilerini olumsuz yönde seçerek likiditeyi azalttığı” sonucuna varmıştır. Boehmer ve diğ. (2013) hisse senetlerinin kısa vadeli oynaklığı, HFT firmaları arasındaki rekabeti olumsuz yönde etkilediğini söylemiştir.

HFT'lerin fiyat keşfi üzerindeki etkileri de incelenmektedir. Brogaard (2010), HFT'lerin fiyat keşfindeki baskın görevini açıklamıştır. Martinez ve Rosu (2013), çıkan haberlerin fiyatlara daha çabuk yansıdığını söylemişlerdir. Öte yandan, Zhang (2010), emir gelişleri anında HFT'nin aşırı tepkiye yol açtığını ve bu sebeple fiyatları yavaşlattığını göstermiştir. Lee (2015), vadeli işlem piyasasında HFT'nin fiyat keşfini olumsuz olarak etkilediğini söylemiştir. Bunun aksine Kervel ve Menkveld (2019) kurumsal siparişlerde şiddetli HFT ticaretinin fiyat keşfini hızlandırdığı iddia etmişlerdir. Yani bilgili yatırımcılarla aynı yönde işlem yapan HFT'ler, fiyatların yatırımcıların özel bilgilerini daha hızlı ortaya çıkarmasını sağlayabilmektedir. Bu da, fiyatları kısa vadede daha verimli hale getirebilmektedir.

HFT'ler, özellikle de agresif (likidite alma) HFT'ler kârlı ve yüksek sharpe oranları yani riske göre portföy getirisini ölçen oran oluşturmaktadırlar. İkinci olarak, HFT'ler kârlarını diğer tüm piyasa katılımcılarından elde eder ve bunu temel olarak kısa ve orta vadede (saniye veya dakikalara) yaparlar. Üçüncüsü, HFT endüstrisindeki firma yoğunluğu ve kârlılığı zamanla azalmıyor, bunun sebebi; HFT'lerin kârlarının kalıcı olduğunu, yeni girenlerin düşük performans ve çıkış eğiliminde olduklarını en hızlı firmaların (mutlak ve göreceli olarak) performans kuyruğunu oluşturduğunu dördüncü bulgusuna bağlamışlardır (Baron, Brogaard ve Kirilenko, 2014).

Baron, Brogaard ve Kirilenko (2014), E-mini ve S&P 500 vadeli sözleşmelerinde iki yıllık bir süre boyunca HFT'yi incelemiş ve gelirin likidite alma faaliyeti ile daha yüksek hızda daha fazla yatırım performansı elde eden az sayıdaki HFT firması arasında yoğunlaştığını tespit etmişlerdir. Lee (2015) ise yüksek frekanslı yatırımcıların vadeli işlemler piyasasında likidite sağlamadığını ve HFT'nin piyasa kalitesini artırmada herhangi bir rolü olmadığını görmüştür.

Gao ve Mizrach (2016), uç fiyat azalışları ve artışlarının detaylarını, dağılımını, zaman içindeki değişimini, hisselerdeki durumu incelemiştir ve uç fiyat hareketlerinin iki güne kadar tahmin edilebilir olduğunu söylemiştir. HFT'nin piyasa kırılma olasılığını artırdığı ama bunun büyük piyasa kırılması gibi bir duruma yol açacak kadar önemli ölçekte olmadığı tespit edilmiştir ve HFT'nin yüksek etkili makro ekonomik haberler ve uç olaylar sırasındaki karışık etkilerini ortaya koymaktadır. Makro ekonomik haberler sırasında HFT'ler piyasa yapıcı olarak bulunup, rekabetçi marjlar göndermekte ve kârlarının önemi kısmını likidite sağlayıcılık yoluyla elde etmektedirler. Ancak haberlerin hemen öncesinde HFT'ler, marjları önemli ölçüde genişletip hızlı ve kısa ömürlü likidite kaybına yol açmaktadırlar. Brexit duyurusu gibi türbülanslı haberlerde HFT'ler aktivitelerini piyasa yapıcılıktan daha çok agresif stratejilere kaydırmaktalar ve bu şekilde HFT aktivitesi baskın bir hal alır ve piyasa kalitesi bozulmaktadır (Hautsch ve diğ., 2017). Bazzana ve Collini (2020) çalışmasında; HFT aktivitesi, HFT olgusunun kendisini tanımlamaz; agresif ve pasif bileşenlere bölünmesi gerektiğini ve en önemlisi, piyasa kalitesi açısından agresif HFT, ortalama olarak hem volatilitiyi hem de alış-satış yayılımını artıran tutarlı ve olumsuz bir etkiye sahipken, pasif HFT, ortalama olarak volatilitiyi ve teklif-sorma fark oranını azaltan olumlu bir etki sergilediğini bulmuşlardır. Bu sonuç başka bir anlamlı sonuçla da desteklenmektedir: Korelasyon analizi yapıldığında, agresif ve pasif HFT arasındaki ilişkinin aslında ters orantılı olduğunu, volatilitenin korelasyon indekslerini ve her ikisinde de büyük ölçüde negatif olan alış-satış farkını ortaya çıkarmak mümkündür. Bu bulgu, pasif HFT'nin, agresif HFT aktivitesiyle bağlantılı zararlı etkileri (yani volatilitedeki artışlar ve teklif-talep farkını) dengelediği için piyasa için sağlıklı olduğu görüşüne yol açmaktadır.

HFT'lerin fiyat keşfi üzerindeki etkileri de incelenmektedir. Brogaard (2010), HFT'lerin fiyat keşfindeki baskın görevini açıklamıştır. Martinez ve Rosu (2013), çıkan haberlerin

fiyatlara daha çabuk yansıdığını söylemişlerdir. Öte yandan, Zhang (2010), emir gelişleri anında HFT'nin aşırı tepkiye yol açtığını ve bu sebeple fiyatları yavaşlattığını göstermiştir. Lee (2015), vadeli işlem piyasasında HFT'nin fiyat keşfini olumsuz olarak etkilendiğini söylemiştir.

Piyasadaki volatilitenin dışında HFT'nin etkisinin incelendiği bir diğer nokta uç fiyat hareketleri ve gün içi şoklardır. Chung ve diğerleri (2012), 2010 yılında ABD piyasalarında gerçekleşen flash crash (gün içi ani kırılma olayına verilen isim) sırasında yüksek frekanslı işlemciler likidite sağlamayı bıraktıkları için fiyatlarda düşüşe yol açmışlardır. Böylece bu işlemciler flash crash'ı hızlandırmışlardır. Cartea ve Jaimungal (2013) yirmi yıllık ABD borsa verilerini incelemiş ve son yıllarda varlık fiyatlarındaki yüksek dalgalanmanın kısmen “yüksek frekanslı işlemcilerin artan rolüne” bağlı olduğunu belirtmiştir. Breckenfelder (2013), İsveç hisse senetleri incelemiştir ve yüksek frekanslı şirketler İsveç'e geldiğinde gün içi volatilitenin önemli ölçüde arttığını bulmuştur. Kirilenko ve diğ. (2017) ise bir gün içi flash crash durumunu incelemişlerdir ve bunun üst üste gelen satış emirlerinden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Bu kriz durumunda davranışlarının fazla değişmediğini görüp, bu şok durumunun da güncel piyasaların hassas kırılma yapısından kaynaklandığını söylemişlerdir. Kirilenko ve arkadaşları 2013'teki bir makalesinde yine 2010 Flash Crash'ı incelemiş, yüksek frekanslı işlemcilerin “yönlü fiyat hareketini artırabileceği ve volatiliteni önemli ölçüde katkıda bulunabileceği” sonucuna varmışlardır. 2010 Flash Crash çalışmasında, ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu ve Emtia Vadeli İşlemler Ticaret Komisyonu, yüksek frekanslı yatırımcıların etkinlik sırasında volatiliteni önemli ölçüde artırdığını ve kazayı hızlandırdığı tespit edilmiştir. Golub ve diğ. (2012) mini flaş kazalarını incelemek için altı yıllık ABD borsa verilerine baktıklarında mini flash crash'ın şiddeti ve büyüklüğü bazında bakıldığında HFT'nin aktivitesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Easley ve diğ. (2011) Yüksek frekanslı işlemler volatiliteli piyasadan ayrıldıkları takdirde bunun sonucu olarak fiyatın volatilitelerini daha da kötüleşeceğini ve flash crash'ın tekrarlanabildiğini belirtmişlerdir. Jovanovic ve Menkveld (2016) en iyi fiyat marjının HFT'ler ile birlikte daraldığını başka yatırımcıların emirlerinin ise yine HFT'ler tarafından seçildiği takdirde zarara uğratıldıklarını tespit etmişlerdir. Benos ve Sagade (2012), agresif yüksek frekanslı alım satım işlemlerinin İngiltere borsalarında volatiliteni

artırdığını tespit etmişlerdir. Benos ve Wetherilt (2012), teknolojik gelişmeleri izleyerek piyasaya giren fiili yüksek frekanslı piyasa üreticilerinin istedikleri gibi piyasaya girmekte veya çıkmakta serbest olduklarını görmüşlerdir.

Weller (2012), ABD vadeli işlem verilerini incelemiştir ve "hızlı, düşük sermayeli aracı kuruluşların piyasaya sürülmesinin piyasaları büyük likidite talep şoklarını kaldıramayacak hale getirebileceğini" belirtmiştir. Madhavan (2012), hisse senedi piyasası yapısının ve likidite sağlayıcılığın bir likidite şokunun etkilerinin artırıp artırmadığını incelemiştir ve artırdığı sonucuna varmıştır. Hasbrouck ve Saar (2013) HFT'nin hisse senedi fiyatlarındaki volatilitiyi azalttığını ve bu azalmanın kötüleşen piyasalarda daha net bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Hagströmer ve Norden (2013), piyasa yapıcı amaçlı HFT aktivitesinin volatilitiyi azalttığını ortaya koymuştur. Ye ve diğ. (2013) HFT'nin kısa dönemli volatilitiyi artırdığına dair sonuçlar gözlemlemiştir. Dickev ve diğ. (2014) büyüyen işlem hacminin fazla volatiliteye sebep olduğunu göstermiştir. Elektronik piyasa yapımcıların yüksek volatilité, yoğun emir dengesizliği ve geniş alım satım marjları olan dönemlerde piyasaya katılımlarını ve likidite sağlama seviyelerini önemli ölçüde azalttığını bulmuştur. 8 aylık 2008 Lehman olayı dönemi buna bir örnektir. Bu piyasa yapımcıların daha uzun işlem süreli olanları likiditeyi çekme konusunda daha zararsızdırlar (Raman et al., 2014). HFT'lerin yüksek emir iptal oranlarının flash crash olaylarını artırdığı fakat sürelerini de kısalttığı görülmüştür (Leal ve diğ., 2015). Flash crashla ilgili diğer makalelere bakacak olursak; Kirilenko ve diğ. (2017) bir gün içi flash crash denilen şok durumunu incelemiş ve bunun üst üste gelen satış emirlerinden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Bu kriz durumunda yüksek frekanslı işlemcilerin davranışlarının fazla değişmediğini söylemişlerdir. Bu şok durumunun da güncel piyasaların hassas kırılğan yapısına işaret ettiğini öne sürmüşlerdir.

Normal piyasa koşullarında, HFT'lerin piyasalarda volatilitiyi azalttığı ve işlem maliyetlerini düşürdüğü görülürken; fiyatların düştüğü piyasalarda yüksek emir iptalleri ile satış baskısı oluşturması sonucu, likidite ve piyasa daralmasına yol açarak piyasalardaki dalgalanmaların şiddetini arttırmaktadır. Leal ve diğ. (2015) HFT'lerin sipariş iptallerinin, varlık fiyatlarındaki dalgalanmayı ve sıklığı ve aynı zamanda ani çökme sürelerini şekillendirmede önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir. Aslında,

daha yüksek emir iptal oranları, daha yüksek piyasa volatilitesi ve daha yüksek bir ani çökme oluşumu anlamına gelir. Ancak, bir çöküşten sonra piyasa fiyatının toparlanmasını hızlandırır. HFT aktivitesine baktığımız zaman iki durum çok önemlidir biri HFT'nin getirilere etkisi diğeri ise HFT kârlarıdır. Risk-getiri koşullarına baktığımızda, HFT ile birlikte artan beklenen getiriler yine artan risk seviyesini göstermektedir. Ekonomideki HFT kârlarına bakacak olursak HFT'lerin diğeri yatırımcılara kıyasla önde olduğunu görmekteyiz. Brogaard ve diğ. (2014), HFT emirlerinin kısa zamanda fiyat hareketlerini tahmin edip, bu emirlerin piyasa getirileri ile pozitif korelasyonu olduğunu göstermiştir. Mahmoodzadeh, Hirschey ve Gençay (2017), HFT'lerin öngörülü işlemlerinin kârlılığını tespit etmiştir. HFT'ler tarafından alınan agresif hisse senetlerinin pozitif getiri sağladığı görmüştür. 6 Mayıs 2010 tarihinde S&P 500 vadeli işlemler piyasasında ve 7 Ekim 2016 tarihinde İngiliz sterlininde yaşanan ve Flash Crash'ta yaşanan piyasa dalgalanmaları buna örnek olarak gösterilmektedir. Tcbm isimli blogda 2018'deki yazısında başka bir örnek ise; 15 Ekim 2014 tarihinde ABD hazine bonosu piyasasında küresel finansal krizden bu yana en yüksek alım – satım fiyat marjı ve işlem hacmi elde edilirken, likidite koşullarında kötüleşme yaşanması HFT işlemlerini gündeme getirmiştir. Piyasa likiditesinin daralmasında, piyasa derinliğinin ölçülmesinde referans alınan “merkezi limit fiyatlı emirlerde” HFT'lerin payının azalmasında rol oynamıştır. HFT'lerin çifte alım-satım faaliyetlerinde bulunması da piyasa likiditesinin olduğundan daha fazla gözükmeye yol açmaktadır.

### 3. ARAŞTIRMA SORULARI

HFT toplam, alım tarafı ve satım tarafındaki HFT'lerin uç fiyat hareketi yaşandığında nasıl davrandıkları, EPM'ler dahilinde piyasayı nasıl etkilediği ile ilgili araştırma sorularımız mevcuttur. Brogaard (2018)'in "Yüksek frekanslı işlem ve Uç fiyat hareketleri" çalışmasında HFT'lerin EPM'ler sırasında dahi likidite sağladığını, aynı anda birçok EPM yaşandığında HFT'lerin pozisyon riskinin daha yüksek olduğunu ve bunun arz tarafında azalmaya yol açtığını sonucunu bulmuştur. Bu bulguları destekleyecek ve/veya farklı bir sonuç ortaya koyabilmek için EPM'ler sırasında HFT değişkenlerinin durumları incelenmiştir.

- i. Hft uç pozitif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha fazla mıdır?
  - ✓ %2 ve %5 üzeri EPM'lerde HFT'nin artma durumu analiz edilir.
- ii. Hft uç negatif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha az mıdır?
  - ✓ Eksi %5 ve eksi %2 altı EPM'li hisse ve günlerde HFT'nin azalması analiz edilir.
- iii. Alım tarafındaki HFT uç pozitif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha fazla mıdır?
  - ✓ Alım tarafı HFT'nin %2 ve %5 üzeri EPM'li hisse ve günlerde artma durumu analiz edilir.
- iv. Alım tarafındaki HFT uç negatif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha az mıdır?
  - ✓ HFT'nin alım tarafında eksi %5 ve eksi %2 altı EPM'li hisse ve günlerde azalması analiz edilir.
- v. Satım tarafındaki HFT uç pozitif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha az mıdır?
  - ✓ HFT'nin satım tarafında %2 ve %5 üzeri EPM'li hisse ve günlerde azalması analize edilir.
- vi. Satım tarafındaki HFT uç negatif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha fazla mıdır?
  - ✓ HFT'nin satım tarafında eksi %5 ve eksi %2 altı EPM'li hisse ve günlerde artma durumu analiz edilir.
- vii. Alım ve satım taraflarındaki HFT arası dengesizlik uç pozitif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha fazla mıdır?

- ✓ HFT'nin alım ve satım dengesizliğinin %2 ve %5 üzeri EPM'li hisse ve günlerde artma durumu analiz edilir.
- viii. Alım ve satım taraflarındaki HFT arası dengesizlik uç negatif fiyat hareketleri olan hisse-günlerde daha az mıdır?
- ✓ HFT'nin alım ve satım dengesizliğinin eksi %5 ve eksi %2 altı EPM'li hisse ve günlerde azalması analiz edilir.





#### 4. BIST TANIMI

2018’de Borsa İstanbul (BIST) %44,3’lük piyasa değeriyle (yani işlem gören tüm hisselerin toplamı değeri) dünya borsalarının arasında onuncu sırada yer almıştır. (Uzman Para, 2018). Şubat 2021 itibariyle BIST’te işlem gören 477 hisse senedinin toplam piyasa değeri yaklaşık 1 trilyon 927 milyar TL’dir. Borsa İstanbul’un temel amacı, yürürlükte olan kanunlar çerçevesinde sermaye piyasası araçlarının, kambiyo ve kıymetli taş ve madenlerin, Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından uygun görülen sözleşmelerin, güvenilir bir ortamda efektif bir şekilde alınıp satılabilmesini sağlamaktır. Bu kıymetlerin alım satım emirlerinin amaca ulaşacak bir şekilde bir araya gelmesini kolaylaştırıp, ortaya çıkan fiyatları tespit ve ilan etmek üzere bazı piyasalar geliştirmek, borsaları yönetip işlemlerini sağlamak, Borsa İstanbul organizasyonunun faaliyetleri arasında yer almaktadır. BIST, Sermaye Piyasası Kanunu esasları çerçevesinde SPK tarafından denetlenir.

BIST’te güncel seans saatleri 09:40 ile 18:00 arasındadır. Ancak, sürekli işlemler 10:00-13:00 ve 14:00-18:00 saatleri arasında gerçekleşmektedir. Diğer zamanlarda emir toplama ve tek fiyattan işlemler gerçekleşmektedir. Tek fiyat yöntemi, belirli bir zaman dilimi boyunca emirlerin eşleştirme yapılmadan sistemde kabul gören ve bu sürenin sonunda en yüksek miktarda işlemin gerçekleşmesini sağlayan fiyat seviyesinin hesaplandığı ve tüm işlemlerin bu fiyat üzerinden gerçekleştiği işlem yöntemidir. Emirler iptal edilip değiştirilebilir (yani fiyatta iyileştirme ve kötüleştirme yapılabilir). Emir iyileştirme örneğinin verilen bir satış emrinin satış fiyatının düşürülmesi ya da verilen bir alış emrinin alış fiyatının daha yüksek bir fiyata çekilmesidir. Halka arz edilen tüm şirketlerin hisse senetlerinin yalnızca BIST’te işlem görür ve pazar parçalanmaz. Parçalandığı takdirde, BIST’te gözlenen HFT stratejileri daha çeşitli olup daha büyük miktarda HFT’ye neden olacaktır (Ersan ve Ekinci, 2016).

Brüt uzlaştırma durumu, yatırımcıların hisse senedi almak için karşılık gelen nakit paraya sahip olma zorundalığıdır. Benzer şekilde, satmak için de talep edilen miktara sahip olmaları gerekir. Net uzlaşma durumunda, bir yatırımcının alım satım tutarları arasındaki işlem günü farkı (net bakiye) kredilendirilir veya borçlandırılır.

Borsa İstanbul, ticaret teknolojisini (yenisi BISTECH olarak adlandırdı) geliştirip, veri biçimini değiştirdi. BIST, Otomatik Seans Durdurma Sistemi (OSDS) BISTECH geçişi ile birlikte 30/11/2015 tarihinden itibaren yürürlükten kaldırılmış, yerine devre kesici uygulaması getirilmiştir. Bu tarihten önce, siparişlerin gönderildiği araçların kimlikleri serbest bırakılmıştır. Devre kesici genel pazarın yanı sıra belirli koşullara sahip bireysel stoklar için de çalışır. Elektronik mesaj türleri, girişleri, değişiklikleri, bölünmeleri ve iptalleri içerir. Devre kesici referans fiyatı, en son tek fiyat yöntemi ile belirlenen fiyattır. En son tek fiyat yöntemi ile belirlenen fiyat veya baz fiyattan en son güncellenen fiyat, devre kesici referans fiyatıdır.



## 5. VERİLER, EPM VE ÖZET İSTATİSTİK

### 5.1. HFT Verileri

Veriler Borsa İstanbul'dan 1 Aralık 2015, 31 Mart 2017 tarihleri arasında 16 ay şeklinde alınmıştır. Hisselerimiz BIST30 hisselerinden oluşmaktadır. BIST 30 endeksi, piyasa kapitalizasyonuna dayalı olarak, piyasadaki en büyük 30 hisse senedinin ağırlıklı ortalamasıdır. Verilerin Aralık 2015'ten başlatılmasının sebebi BISTECH geçişinin birinci fazı olan pay piyasası aşamasının 30 Kasım 2015 tarihinde gerçekleştirilmiş olması, bu tarih sonrası kaydadeğer HFT aktivitesi gözlemleneceğini beklememizdir.

Çalışmadaki değişkenler; HFT toplam, HFT alım-satım tarafları, HFT alım-satım farkı (HFT dengesizliği)'dir. Kontrol değişkenleri; işlem hacmi, likidite ve volatilitedir. Temel bağımsız değişkenler olan kukla değişkenleri ise; uç pozitif fiyat hareketleri (%2 ve %5 üzeri getirili olan hisse ve günler), ve uç negatif fiyat hareketleri (eksi %2 ve eksi %5 altı getirili olan hisse ve günler)'dir.

### 5.2. EPM

HFT'nin yükselişi, işlem maliyetlerinde azalışa ve fiyat verimliliğindeki artışa neden olmuş olabilir. EPM'ler bilgiye bağlı (kalıcı) ya da likiditeye bağlı (geçici) olabilir. Birincisi ile, piyasaya yeni bilgilerin açıklanması nedeniyle fiyat kalıcı olarak ayarlanır. İkincisi ile, fiyat muhtemelen likidite arzı ile talep arasındaki uyumsuzluk nedeniyle geçici olarak ayarlanır.

### 5.3. Özet İstatistik

Tablo 1'de Aralık 2015 ve Mart 2017 tarihleri arasında 10170 işlem günü için değişken istatistikleri raporlanmıştır.

	Veri Sayısı	Ortalama	Minimum	%25	Medyan	%75	Maksimum	Standart Sapma
Volatilité	10170	0.026	0.003	0.023	0.016	0.032	3.050000e-01	0.017
Likidite	10170	27983852.246	952357.297	14565991.065	6300326.946	35266501.543	1.214026e+09	38257230.285
Hft Alim	10170	0.054	0.000	0.035	0.013	0.075	6.410000e-01	0.061
Hft Satim	10170	0.058	0.000	0.037	0.014	0.080	5.960000e-01	0.066
Hft	10170	0.059	0.000	0.043	0.017	0.082	5.120000e-01	0.057
Getiri	10170	0.001	-0.200	0.000	-0.010	0.012	2.000000e-01	0.020

Tablo 1 : Değişken istatistikleri

**Notlar:** BIST30 hisselerinin Mart 2015 ile Aralık 2017 arasındaki verileri kullanılmıştır. Bu hisselerin değişkenlerinden elde edilen; ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri, standart sapması ve %25 ile %75'lik değerlerinin özet istatistikleri bildirilmiştir. Ortalama, hisse değişkenlerinin her biri için toplamının 10170 güne bölünmesiyle elde edilmiştir. Minimum ve maksimum değerleri ise yine o değişkenler için en küçük ve en büyük değerleridir. %25 ile %75 değerleri, değişkenlerin bu iki bazda yüzdelerinin alınması ile hesaplanmıştır. Medyan, yine tablonun solunda görünen değişkenlerin orta değerleridir. Standart sapma ise bu serideki verilerin ortalama değerden ne kadar saptmış olduğunu gösterir. Standart sapma hesabının işlemi Denklem 7'de verilmiştir.

	hisse	volatilite	likidite	hft alim	hft satim	hft	getiri
1	AKBNK	2.30%	43902.140	5.60%	6.50%	6.30%	0.10%
2	ARCLK	2.50%	11843.122	8.90%	10.30%	10.00%	0.10%
3	BIMAS	2.20%	18071.139	8.30%	9.00%	9.10%	0.00%
4	DOHOL	4.10%	23771.971	1.30%	1.20%	1.30%	0.10%
5	EKGYO	2.40%	41166.678	3.20%	3.80%	3.80%	0.00%
6	ENKAI	2.40%	7010.182	5.90%	6.00%	6.30%	0.10%
7	EREGL	3.10%	20248.727	5.20%	5.10%	5.50%	0.20%
8	FROTO	2.50%	5757.290	8.50%	8.30%	9.00%	0.10%
9	GARAN	2.30%	141697.127	3.20%	3.20%	3.40%	0.10%
10	HALKB	2.40%	60913.873	4.80%	4.10%	4.60%	0.00%
11	ISCTR	2.40%	48476.024	4.40%	4.10%	4.40%	0.10%
12	KCHOL	2.30%	20753.776	10.00%	10.70%	10.70%	0.10%
13	KOZAL	5.20%	6743.406	6.40%	7.10%	7.00%	0.20%
14	KRDMD	3.20%	40757.667	1.20%	2.10%	1.70%	0.00%
15	MGROS	2.40%	4490.729	4.40%	5.70%	5.40%	0.10%
16	OTKAR	2.60%	7806.006	2.80%	3.30%	3.20%	0.10%
17	PETKM	2.60%	21998.265	4.10%	3.40%	4.00%	0.20%
18	PGSUS	2.30%	8385.873	1.00%	1.40%	1.20%	0.00%
19	SAHOL	2.20%	19627.865	7.00%	7.70%	7.60%	0.10%
20	SISE	2.70%	5409.121	4.40%	5.10%	5.10%	0.20%
21	TAVHL	2.90%	12058.135	7.30%	7.90%	7.80%	-0.10%
22	TCELL	2.10%	16658.927	8.40%	8.70%	8.80%	0.00%
23	THYAO	2.50%	100752.900	1.10%	1.80%	1.50%	-0.10%

24	TKFEN	3.10%	11111.065	5.90%	7.10%	6.90%	0.30%
25	TOASO	2.60%	7419.446	8.40%	9.70%	9.30%	0.10%
26	TTKOM	2.30%	7872.370	7.10%	7.30%	7.40%	0.00%
27	TUPRS	2.10%	42733.239	7.70%	7.30%	7.80%	0.10%
28	ULKER	2.70%	12671.093	8.80%	10.60%	10.10%	0.00%
29	VAKBN	2.60%	36728.845	3.90%	3.30%	3.80%	0.10%
30	YKBNK	2.50%	32678.567	2.60%	2.80%	2.80%	0.10%

Tablo 2 : BIST30 senetlerinin değişken raporu

Volatilite, likidite, HFT ve getiri değerlerinin raporu.

Tablo 3'te farklı getiri aralıklarının ortalama ve standart sapmaları görülmektedir. Eksi %5 altı getirili hisse ve günlere getirisiz günler diyecek olursak, bu günlerde %-5 ve %-2 arası günlere göre volatilite ortalaması ve standart sapması daha küçüktür. %-2 ve %2 arası günlerde %2 ve %5 arası getirili günlere göre volatilitenin ortalama ve standart sapması neredeyse benzerdir. %5 üzeri getirili günlerin volatilite ortalamasının %2 ve %5 arası volatilite ortalaması iki katından fazla küçülmüştür. Likiditeye bakıldığında ortalama ve standart sapması en büyük olan eksi %5 altı getirisiz hisse ve günlere aittir. HFT alım ortalaması, getirisiz günlerden sonrakilerde giderek küçülmüştür. Standart sapması ise yine getirisiz günlerden sonra küçülüp, %2 ve %5 arası getirili hisse ve günlerde büyümüştür. HFT satımının en küçük ortalaması getirisiz günlere aittir. En büyüğü ise %5 üzeri getiriliye aittir. Diğerlerinde benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Piyasa hacmi ortalaması getirisiz günlerde en yoğun şekilde yaşanmıştır. Hacmin en küçüğü eksi %2 ve %2 arası getirilere aittir.

İstatistikler	%5 altı		%5 ve %-2 arası		%2 ve %2 arası		%2 ve %5 arası		%5 üzeri	
	ortalama	sd	ortalama	sd	ortalama	sd	ortalama	sd	ortalama	sd
Volatilite	0.0828	0.0416	0.039	0.0135	0.0217	0.0107	0.035	0.0141	0.0764	0.0319
Likidite	41445	61709	30858	48518	27203	36883	29134	34437	30176	35416
Hft alım	0.0336	0.0353	0.0453	0.0547	0.0551	0.0625	0.0545	0.0582	0.0518	0.0525
Hft satım	0.0652	0.0608	0.0565	0.0599	0.0602	0.0679	0.0474	0.0536	0.0401	0.0455
Hft	0.0501	0.0414	0.053	0.051	0.0605	0.0591	0.0534	0.0505	0.0486	0.0442
Getiri	-0.07	0.0236	-0.0288	0.0072	0	0.0101	0.0291	0.0074	0.071	0.0282
BIST100 endeks getirisi	-0.0277	0.023	-0.0132	0.013	0.0006	0.0097	0.0121	0.0124	0.0156	0.0156

Tablo 3 : Günlük getiri aralıklarında değişkenlerin istatistikleri

**Notlar:** 10170 gün boyunca eksi %5 altı getiri sağlanan hisse ve günler belirlenmiş olup bunların tablonun en sonunda görülen değişkenleri için tek tek ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Bu yöntem diğer EPM aralıkları için ayrı ayrı uygulanmıştır.

## 6. YÖNTEM

Bu bölümde HFT'nin tanımlayıcı istatistikleri, T test ile karşılaştırılması ile tek ve çok değişkenli regresyon analizlerine dair gözlemler yapılmıştır. İlk olarak HFT'nin uç fiyat hareketi yaşanan hisse ve günlerde daha farklı olup olmadığı ile alım ve satım taraflarındaki HFT aktivitesinin yine uç fiyat hareketi yaşanan hisse ve günlerde nasıl değiştiğine dair gözlemler bulunmaktadır. Sonrasında t test ile karşılaştırmalar yapıp uç fiyat hareketi bulunan ve bulunmayan hisse-günlerde HFT seviyesinde anlamlı bir farklılık olup olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak tek ve çok değişkenli regresyon analizleriyle alternatif uç fiyat hareketi değişkenlerinin, diğer değişkenler kontrol edildikten sonra HFT üzerinde anlamlı bir etkisi bulunup bulunmadığına dair sonuçlar elde edilmiştir. Regresyon analizlerinin her biri 4 modelde yapılmıştır. Her regresyon tablosu için modeller sırasıyla hft toplamı, alım-satım tarafları ve hft alım-satım dengesizliğini sabit kabul ederek kukla değişkenler; uç pozitif, uç negatif fiyatlar ile hacim, likidite ve volatilitedir. 1. Modellerdeki değişkenler; %5 üzeri ve eksi %5 altı uç fiyatlı hisse ve günlerdir. 2. Modellerdeki değişkenler; %2 üzeri ve eksi %2 altı olmak üzere yine uç fiyatlı hisse ve günlerdir. 3. Ve 4. Modellere yukarıdakilerin yanı sıra hacim, likidite ve volatilitate kukla değişken olarak eklenmiştir.

Aşağıda belirtilen dört modelde  $i$  ve  $t$  hisse ve gün belirteçleri, HFT yüksek frekanslı işlemlerin oranı değişkeni; EPM değişkenleri ise  $+0.02$  ve  $+0.05$  eşik değerleri ile tespit edilen kukla değişkenlerdir. Örneğin  $EPM_{i,t}^{+0.05}$   $i$  hissesi ve  $t$  günü için %5 üzeri getiri varsa 1 değerini, aksi halde 0 değeri almaktadır.

Denklem 1 :

$$HFT_{i,t} = EPM_{i,t}^{+0.05} + EPM_{i,t}^{-0.05} + \varepsilon_{i,t}$$

Denklem 2 :

$$HFT_{i,t} = EPM_{i,t}^{+0.02} + EPM_{i,t}^{-0.02} + \varepsilon_{i,t}$$

Denklem 3 :

$$HFT_{i,t} = EPM_{i,t}^{+0.05} + EPM_{i,t}^{-0.05} + Hacim_{i,t} + Likidite_{i,t} + Volatilite_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Denklem 4 :

$$HFT_{i,t} = EPM_{i,t}^{+0.02} + EPM_{i,t}^{-0.02} + Hacim_{i,t} + Likidite_{i,t} + Volatilite_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Diğer analizlerde ise sabit değişkenler HFT alım, HFT satım ve alım-satım HFT dengesizliğidir.

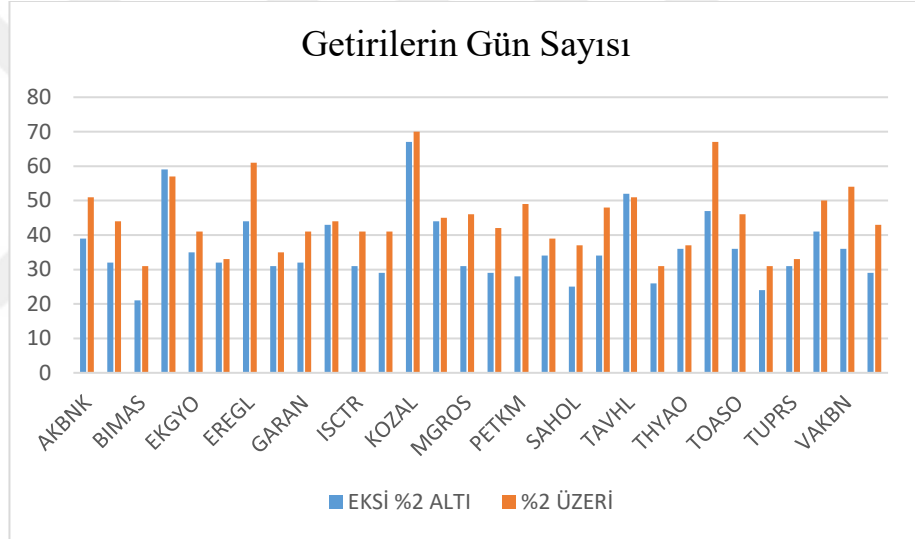




## 7. BULGULAR

### 7.1. EPM'ler Etrafında HFT Analizi

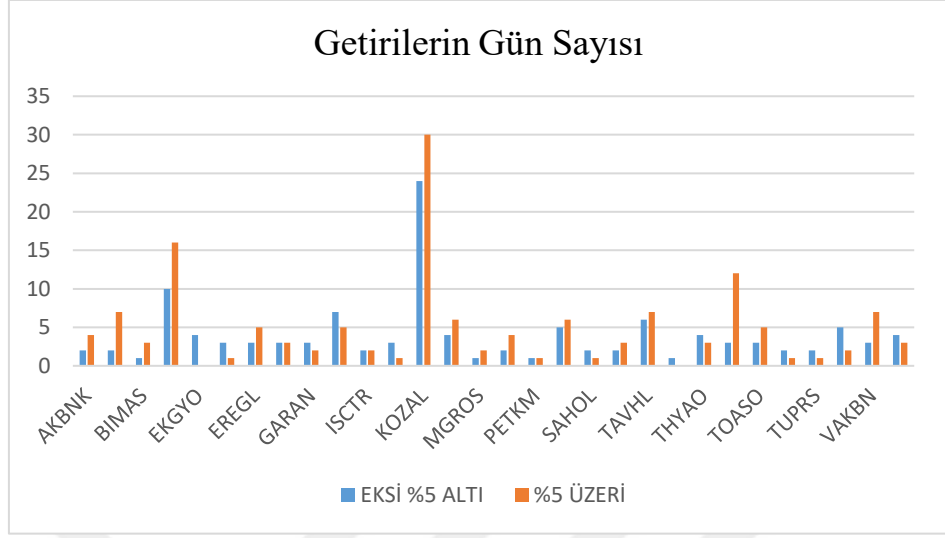
Figür 1'de görüldüğü gibi BIST30 hisselerinin verimiz boyunca %2 üzeri ve eksi %2 altı getirisi olan günlerini görmekteyiz. %2 üzeri getirinin en fazla gün olduğu hisse senedi 70 gün ile KOZAL'dır. Fakat eksi %2 getirili gün sayısının çoğunluğu da bu hisse senedindedir. %2 üzeri getirili günün en az olduğu senedimiz ise her biri 31 gün ile BIMAS, TCELL ve TTKOM'dur. Eksi %2 getirili günlerin en az olduğu senet ise 21 gün ile BIMAS'tır. Veride 339 gün bulunmaktadır.



Figür 1 : Hisse bazında getirilerin %2 üzeri ve eksi %2 altı günlerinin sayısı

**Notlar:** Burada öncelikle getirilerin %2'den büyük ve eksi %2'den küçük olan hisse ve günleri belirlenmiştir. Sonrasında her bir hisse %2 üzeri getirili hisse-günlerde kaç adet günde bunu sağladığı toplanarak bulunmuştur. Eksi %2 altı hisse günlerinde yine aynı şekilde bu yöntemle elde edilmiştir.

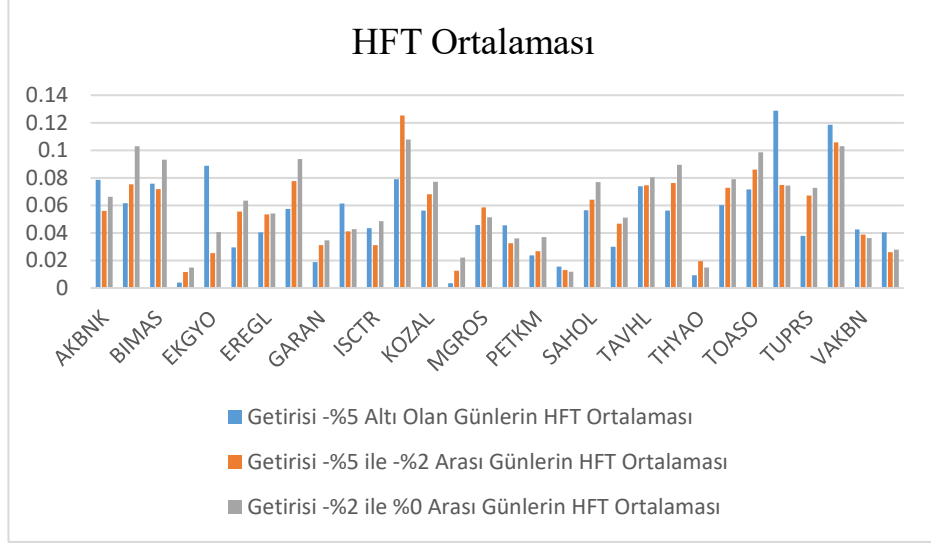
Figür 2'de BIST30 hisselerinin %5 ve eksi %5 getirisi olan günlerinin sayısını görmekteyiz. %5 üzeri getirili gün sayısının en fazla olduğu hisse senedi KOZAL'dır, en az günlü olan hisse senetleri ise; ENKAI, KCHOL, PETKM, SAHOL, TTKOM ve TUPRS'tır. %5 üzeri getirinin hiç olmadığı hisse senetleri ise; EKGYO ve TCELL'dir. Eksi %5 altı getirili günlerin en fazla olduğu hisse pozitifinde olduğu gibi yine KOZAL'dır. En az olanı; BIMAS, MGROS, PETKM ve TCELL'dir. Eksi %5 altı getirinin hiç olmadığı hisse senedi olmamıştır.



Figür 2 : Hisse bazında getirilerin %5 üzeri ve eksi %5 altı günlerinin sayısı

**Notlar:** Bir önceki tabloda olduğu gibi burada da önce getiriler %5 üzeri ve eksi %5 altı hisse ve gün bazında ayıklanmıştır. Devamında her bir hisse için %5 üzeri ve eksi %5 altı getirili olan hisse-günlerinde ne kadar gün oldukları toplanarak bulunmuştur.

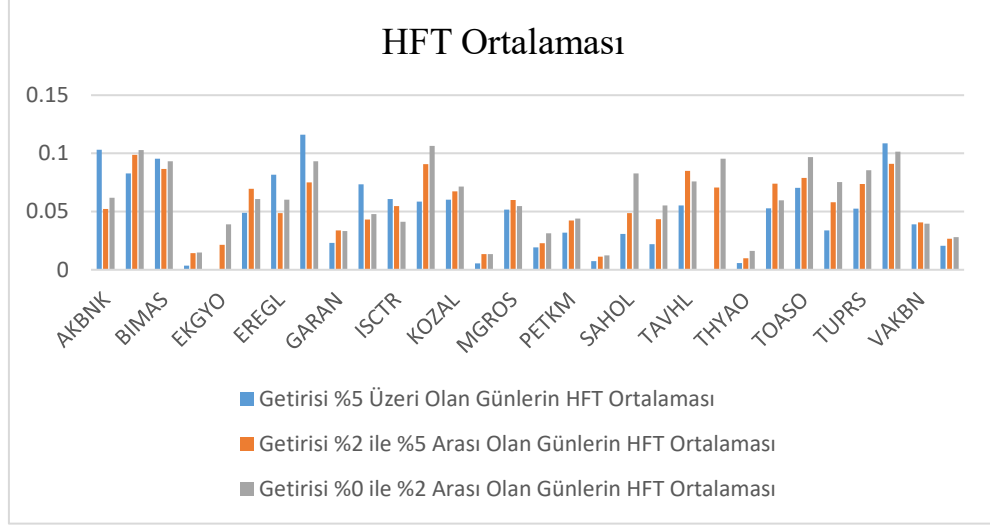
Figür 3'te, aralığı eksi %2 ile %0, eksi %2 ile eksi %5 arası ve eksi %5 altı getirili günlerin HFT ortalamasını görmekteyiz. Burada verimiz boyunca seçtiğimiz getiri sınırları dahilinde HFT'leri belirleyip hisse bazında ortalamasını aldık. Getirisi eksi %5 altı HFT ortalaması en fazla olan hisse senedi TTKOM'dur. Bu sırayı ULKER ve EKGYO izlemektedir. En az ortalama oranı ise 0,003 oranı ile KRDM'dir. Eksi %2 ile %0 aralığındaki HFT ortalamasında en yüksek oran 0,107 ile KCHOL'a aittir, en düşük oran ise 0,011 ile PGSUS'tur. Son aralığımız olan eksi %2 ile eksi %5 arasında HFT ortalamasının en küçük oranlı hisse senedi 0,011 ile DOHOL'dur, en yüksek ise 0,12 ile KCHOL'dur.



Figür 3 : Hisse bazında getirisi eksi %5 ile eksi %2 arası, eksi %2 ile %0 arası ve eksi %5 altı günlerin HFT ortalamaları

**Notlar:** Öncelikle getiri eksi %5 altı hisse ve günler dahilinde belirlenmiştir. Sonra HFT değerleri toplanıp eksi %5 altı EPM'lerin kaç adet hisse-gün olduğuna bölünerek hesaplanmıştır. Bu işlem eksi %5 altı ile eksi %2 getirili günler arasında tekrarlanmış olup en son eksi %2 altı ile getirisiz hisse-günler arasında yeniden formülize edilmiştir.

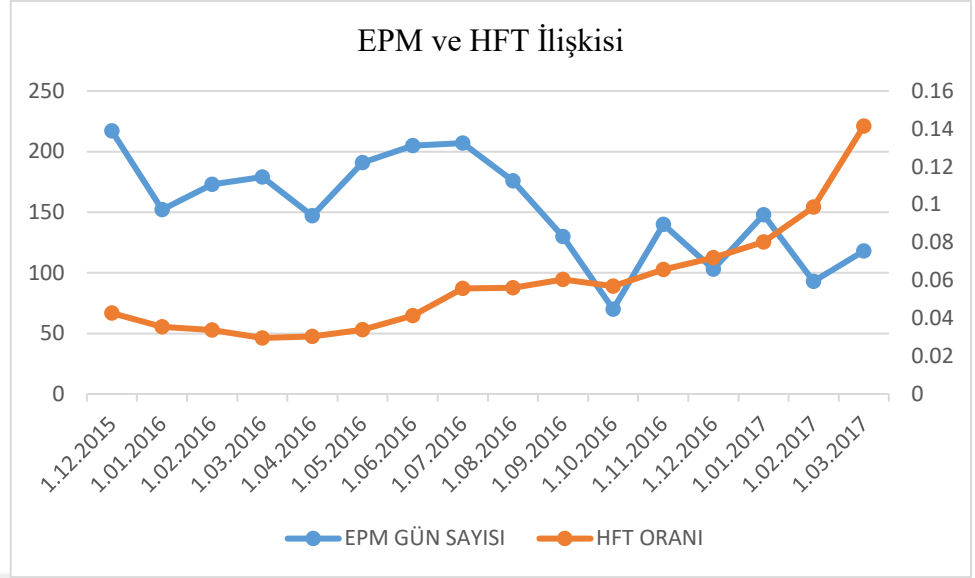
Figür 4'te, aralığı %2 ile %0, %2 ile %5 arası ve %5 üzeri getirili günlerin HFT ortalamasını görmekteyiz. Burada verimiz boyunca seçtiğimiz getiri sınırları dahilinde HFT'leri belirleyip hisse bazında ortalamasını aldık. Getirisi %5 altı HFT ortalaması en fazla olan hisse senedi FROTO'dur. Bu sırayı ULKER ve AKBNK izlemektedir. En az ortalama oranı ise 0,003 oranı ile DOHOL'dur. %5 üzerinde ortalaması sıfır olan senetler ise; EKGYO ve TCELL 'dir. %2 ile %0 aralığındaki HFT ortalamasında en yüksek oran 0,106 ile KCHOL'a aittir, en düşük oran ise 0,012 ile PGSUS'dur. Son aralığımız olan %2 ile %5 arasında HFT ortalamasının en küçük oranlı hisse senedi 0,009 ile THYAO'dur, en yükseği ise ARCLK'tir.



Figür 4 : Hisse bazında getirisi %5 ile %2 arası, %2 ile %0 arası ve %5 üzeri günlerin HFT ortalamaları

**Notlar:** Bu tabloda getiriler bir önceki tabloda olduğu gibi üç aşamada kategorize edilmiştir (%5 üzeri olan, %2 ile %5 arası olan ve %0 ile %2 arası olan). Üç aşamanın her birinde hisse bazında HFT değerleri toplamı o EPM’li hisse-günlerde kaç adet olduğuna oranlanarak elde edilmiştir.

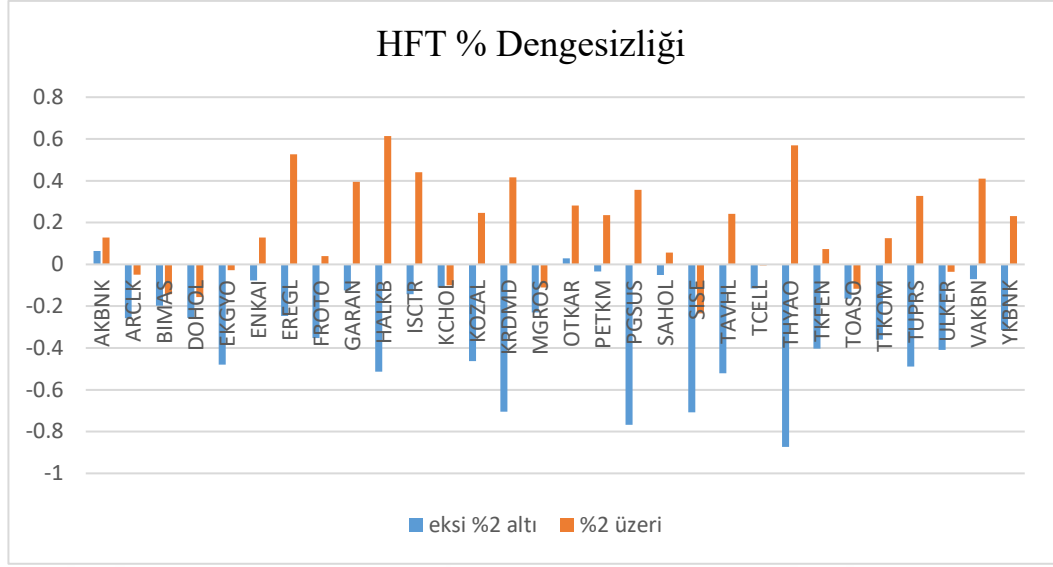
Figür 5’te sol tarafta değerleri olan EPM’yi ve sağ tarafta oranları bulunan HFT’nin ilişkisini görmekteyiz. EPM’deki uç fiyat oranımız eksi ve artı %2’dir. EPM değerleri, getirideki bu iki uç fiyat dahilinde gün sayılarının toplamıdır. HFT oranları ise, ay bazında HFT’lerin toplamının o ayki gün sayısına bölümü ile elde edilmiştir. EPM günlerinin sayısı azalmakta ve HFT oranının arttığı görülmektedir. Uç fiyat hareketinin en az olduğu periyot; Ekim 2016, en fazla olduğu ise Aralık 2015’tir. HFT oranı Mart 2017’de en yüksek seviyeye ulaşmıştır.



Figür 5 : Aylık ortalama HFT oranı ve uç fiyat hareketli gün-hisse sayısı

**Notlar:** Veri seti boyunca getiriler %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM'li hisse günler olmak üzere filtelenmiştir. Ay bazında bu iki EPM grubunda %2 üzeri ve eksi %2 altı getiri şartlarını sağlayan günler öncelikle kendi aralarında sonra birlikte (%2 üzeri + eksi %2 altı) toplanarak bulunmuştur. HFT oranı; HFT her ay için ayrı ayrı toplanıp bir sene içindeki gün sayısı ve mevcut hisselerle çarpılmasından (23\*30) elde edilen sonuçlarla oranlanmasıyla bulunmuştur. HFT çizgisi ikincil eksen olarak çizilmiştir.

Figür 6'da HFT'nin %2 ve eksi %2 EPM aralığındaki dengesizliği görülmektedir. %2 üzeri dengesizliğe ait en büyük hisse senedi HALKB'a, en küçüğü ise SISE'ye aittir. Eksi %2 altı dengesizliğin en küçüğü eksi 0.87 ile THYAO'ya, en büyüğü ise AKBNK senetlerine aittir.

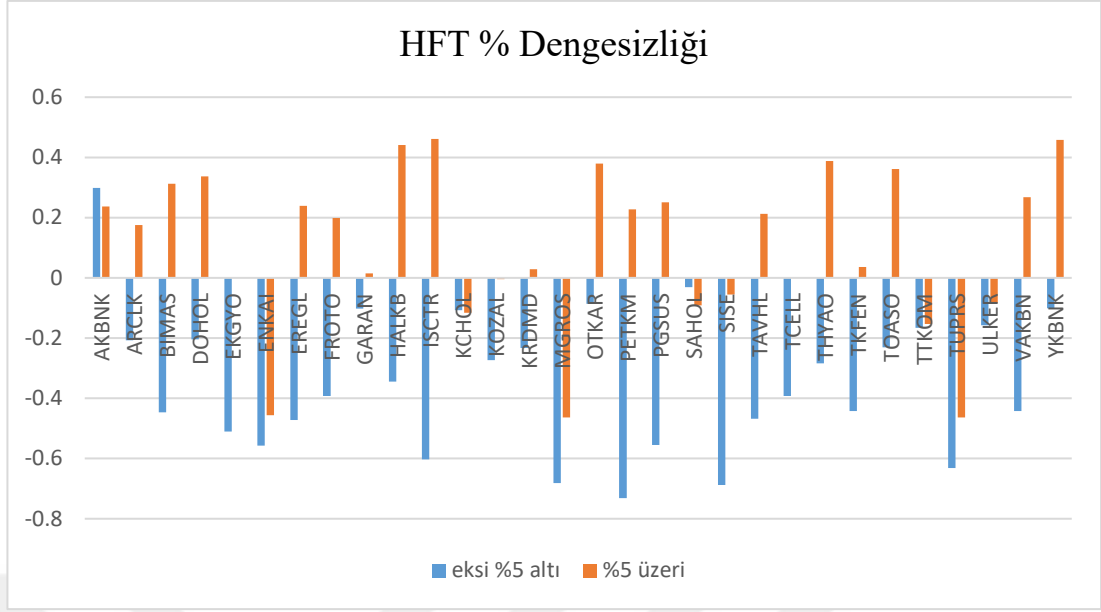


Figür 6 : Hisse bazında eksi %2 altı HFT dengersizlik oranı ile %2 üzeri HFT dengersizlik oranı ilişkisi.

$$*HFT\ Dengersizliği: (HFT\ alım - HFT\ satım)/(HFT\ alım + HFT\ satım)$$

**Notlar:** Getiri önce eksi %2 EPM'ler olmak üzere belirlenmiştir. Ortaya çıkan hisse ve günlerde HFT alım tarafından HFT satım tarafı çıkarılıp, HFT alım tarafı ile HFT satım tarafı toplanarak birbiriyle oranlanıp elde edilmiştir. Çıkan sonuçlar negatif getirili olduğu için aşağı yönlüdür. %2 üzeri EPM'ler de yine aynı şekilde HFT alım satım farkı ile HFT alım satım toplamı şeklinde sonuçlanmıştır.

Figür 7'de ise figür 6'teki gibi yöntemlerle sonuçlar bulunmuştur. Buradaki tek fark artı eksi %2 yerine eksi %5 altı ve %5 üstü olmasıdır. %5 üzeri EPM'li hisselerin en büyüğu 0.46 ile ISCTR, en küçüğu TUPRS'a aittir (-0.46). %5 üzeri EPM'li HFT dengersizliğinden alım satım farkının sıfır olduğu bu sebeple tanımsız sonuç veren iki hisse senedi EGYO ve TCELL'dir. Eksi %5 altı dengersizlik oranının en büyük olduğu hisse senedi 0.29 ile AKBNK, en küçük olan ise PETKM'dir (-0.73).

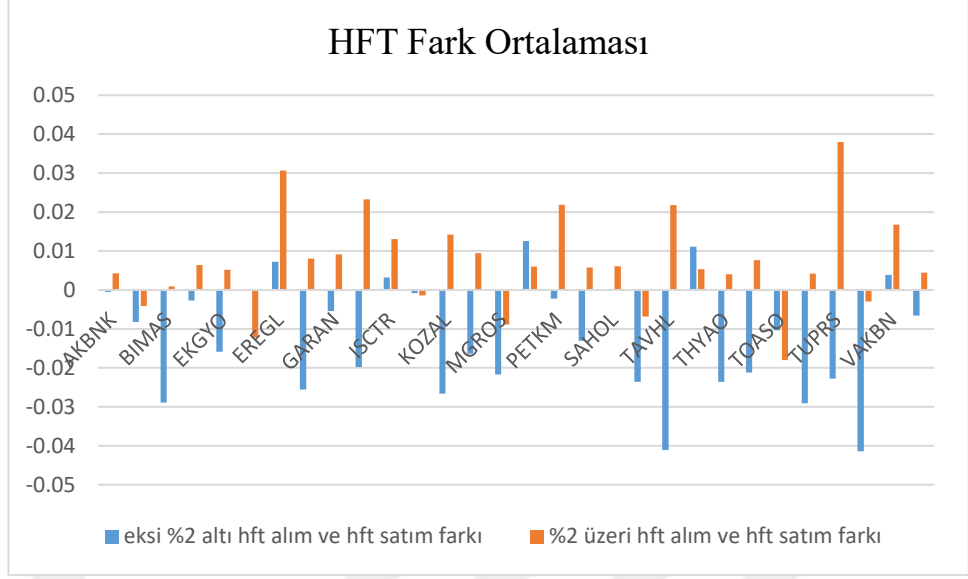


Figür 7 : Hisse bazında eksi %5 altı HFT dengesizlik oranı ile %5 üzeri HFT dengesizlik oranı ilişkisi.

$$\text{*HFT Dengesizliği: } (HFT \text{ alım} - HFT \text{ satım}) / (HFT \text{ alım} + HFT \text{ satım})$$

**Notlar:** Tabloda getiriler %5 üzeri ve eksi %5 altı EPM’li hisse ve günler olmak üzere filtrelenmiştir. Eksi %5 altı EPM’li hisse günlerin HFT alım ve HFT satım değerleri birbirinden çıkarılmıştır. Daha sonra HFT alım ve satım tarafları toplanmıştır. Elde edilen bu iki değer kendi aralarında oranlanıp eksi %5 altı getirilerin HFT % dengesizliği olarak sonuçlanmıştır. Aynı yöntem %5 üzeri getirili hisse ve günler için de yapılmıştır. Yine bu negatif getiri koşulunu sağlayan HFT alım satım farkı ve alım satım toplamı birbirine oranlanarak %5 üzeri uç fiyatlı HFT % dengesizliği olarak elde edilmiştir.

Figür 8, HFT fark veri seti boyunca HFT alımdan HFT satım çıkarılarak oluşturulmuştur. Uç fiyat hareketi sınırları ise %2 üzeri ve eksi %2 altıdır. Bu EPM’ler dahilinde ortaya çıkan HFT fark verileri o hisselerin HFT farkı ile örneğin %2 üzeri aynı hissede kaç gün olduğuyla oranlanarak bulunmuştur. Grafikte görüldü gibi eksi %2 altı fark ortalamasının en az olduğu senet ULKER, en fazla olan ise OTKAR’dır. %2 üzeri uç fiyat hareketinde ise en küçük değer TOASO’ya, en büyüğü ise TUPRS’a aittir. Bu da TUPRS’ın TOASO’ya kıyasla talebinin arzından daha fazla olduğunun göstergesidir. EPM’ler etrafında en az talebin olduğu hisse senedi ULKER’dir.

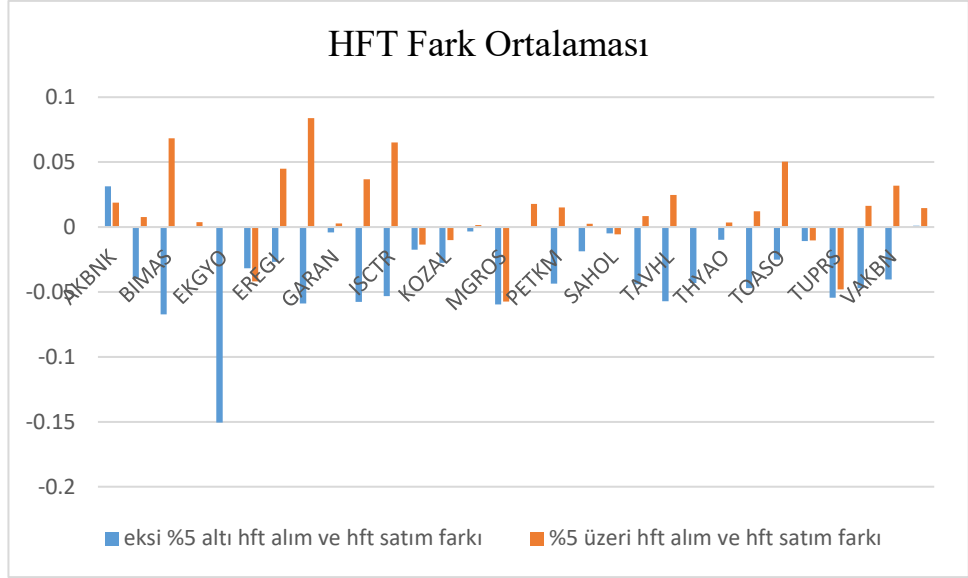


Figür 8 : Hisse bazında %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM'ler çerçevesinde alım ve satım tarafı arası HFT farkı

**Notlar:** Öncelikle eksi %2 altı getiriler belirlenmiştir. Bu şartı sağlayan hisse ve günlerin HFT alımından HFT satımı çıkarılmıştır. Her bir hisse için bu şartı sağlayan farkların toplamı o hisse için eksi %2 altı kaç günde getiri olduysa ona bölünerek bulunmuştur. Örneğin AKBNK için eksi %2 altı getirili hisse-günlerin HFT farklarının toplamı -0.0189'dur ve AKBNK'ın getirisi 39 günde eksi %2 altına inmiştir. Bu durumda elde edilecek sonuç  $-0.0189/39$ 'dan AKBNK için HFT fark ortalaması -0.0004'tür. BIMAS'ın HFT fark toplamı -0.2714'tür eksi %2 altı getirili hisse-günleri ise 33'tür. Sonuca  $-0.2714/33$ 'ten -0.0082 şeklinde ulaşılmıştır. Bu yöntem %2 üzeri EPM'li hisse ve günler içinse yine aynı şekilde hesaplanarak bulunmuştur.

Figür 9'da HFT fark ortalaması uç fiyat hareketleri %5 üzeri veya eksi %5 altı günlerde incelenmiştir. Burada EPM'ler dahilinde ortaya çıkan HFT verileri o hisselerin farkı ile %5 ve eksi %5 sınırlarında o hissede kaç gün olduğuyula oranlanmış şekilde hesaplanmıştır. %5 üzeri en yüksek oranlı hisse; AKBNK, en düşük hisse ise; EKGYO ve TCELL'dir. Eksi %5 altı en yüksek oranlı hisse; YKBNK'tır.

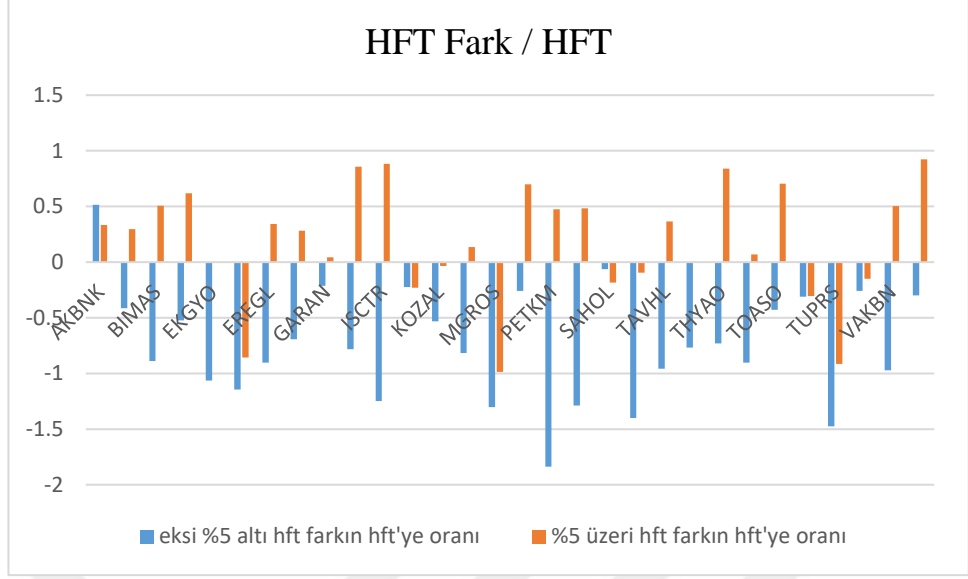




Figür 9 : Hisse bazında %5 ve eksi %5 EPM'ler çerçevesinde alım ve satım tarafı arası HFT farkı

**Notlar:** Öncelikler eksi %5 altı getiriler belirlenmiştir. Bu şartı sağlayan hisse ve günlerin HFT alımından HFT satımı çıkarılmıştır. Her bir hisse için bu şartı sağlayan farkların toplamı o hisse için eksi %5 altı kaç günde getiri olduysa ona bölünerek bulunmuştur. Örneğin AKBNK için eksi %5 altı getirili hisse-günlerin HFT farklarının toplamı 0.0627'dir ve AKBNK'ın getirisi 2 günde eksi %5 altına inmiştir. Bu durumda elde edilecek sonuç  $0.0627/2$ 'den 0.0313'tür. BIMAS'ın eksi %5 altı HFT fark değeri -0.0672'dir eksi %5 altı getirili hisse-günleri ise 1'dir. BIMAS için sonuç direkt olarak -0.0672'dir. Bu yöntem %5 üzeri EPM'li hisse ve günler içinse yine aynı şekilde hesaplanarak bulunmuştur.

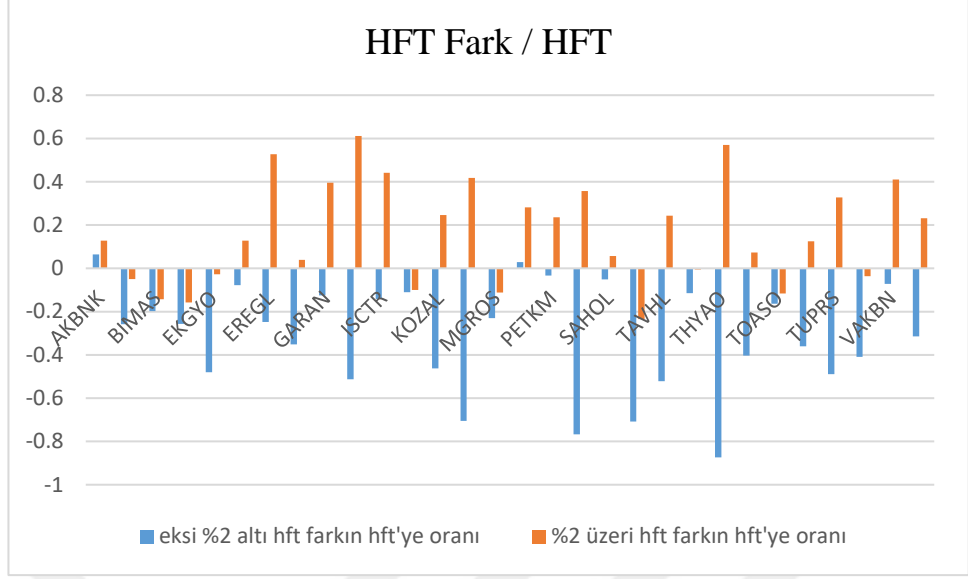
Figür 10'da hisse bazında uç fiyat hareketleri dahilinde HFT alım ve satımından oluşan HFT fark ortalamasının HFT'ye oranı gösterilmiştir. Eksi %5 altı en büyük HFT fark/HFT AKBNK, en düşük oranlı senet ise; PETKM'dir. %5 üzeri en büyük hisse ise; YKBNK, en küçüğü ise; MGROS'tur.



Figür 10 : Hisse bazında %5 ve eksi %5 EPM'ler bazında HFT alım-satım farkının HFT'ye oranı

**Notlar:** Öncelikle getirisi eksi %5 altı olan hisse-günler belirlenmiştir. Ortaya çıkan verilerin HFT alımından HFT satım çıkarılıp HFT toplam değerine bölünerek elde edilmiştir. %5 üzeri için de aynı yöntem geçerlidir. Getiri %5 üzeri olan hisse ve günler şeklinde belirlendikten sonra HFT alım tarafından HFT satım tarafı çıkarılır ve HFT'ye oranlanır.

Figür 11 bir önceki tablonun %2 ve eksi %2 dahilinde oluşturulmuş sonuçlardır. Eksi %2 altını ele alacak olursak HFT fark/HFT oranının en büyük olduğu AKBNK, %2 üzeri oranın en büyük olduğu hisse senedi HALKB, en düşük olan ise SISE'dir.



Figür 11 : Hisse bazında %2 ve eksi %2 EPM'ler bazında HFT alım ve satım farkının HFT'ye oranı

**Notlar:** %2 üzeri getirili hisse ve günler belirlendikten sonra HFT alımdan HFT satım çıkarılmıştır. Bulunan sonuç ise HFT'ye oranlamıştır. Bu yöntem eksi %2 altı negatif getirili hisse ve günler için de geçerlidir. Eksi %2 bazında EPM'lerin HFT alım satım farkı HFT'ye oranlanır.

Likidite değişkeni, gönderilen siparişlerin hacmini ve her siparişin ömrünü kapsamaktadır. Her siparişin hacmini piyasada kaldığı süre ile çarpıyoruz. Belirli bir günde bir stoktaki tüm siparişler için ortaya çıkan değerleri özetleyerek, likidite değişkenini bu şekilde elde ederiz. Likidite hesaplama formülü şu şekildedir;

Denklem 5 :

$$Likidite_{i,t} = \sum_{j=1}^N Hacim_{i,j,t} * (Süre_{i,j,t} / Süre_{Toplam})$$

$Likidite_{i,t}$ ,  $t$  gününde stok  $i$  için likidite sağlama değişkenidir;  $Hacim_{i,j,t}$  ve  $Süre_{i,j,t}$ ,  $t$  gününde  $i$  günündeki stok hacmi ve sipariş  $j$ 'nin bekleme süresidir.  $Süre_{Toplam}$ ,  $t$  günündeki toplam işlem saatidir. Bu değişken hazır olarak hesaplanmış haliyle Ekinci ve Ersan (2021) çalışmasından temin edilmiştir.

HFT değişkenleri de benzer şekilde aynı çalışmadan temin edilmiştir. Burada Ekinci ve Ersan (2018) yöntemine göre elektronik mesaj verilerinden çıkarım yaklaşımı takip ediliyor. Metodolojiye dayanarak, belirli elektronik mesajlar iki kademeli bir yaklaşımla HFT elektronik mesajları olarak yazılıyor. İlk aşamada, bir veya daha az saniye gecikme süresi içinde gelen bir emrin en az iki ardışık mesajını aradığımız bir elektronik mesaj tespiti analizi oluşturuluyor. Bu, bir işlemcinin yapamayacağı kadar kısa olan bir gecikme içinde oluşan iki ayrı eylemi göstermektedir. Bu aşamada HFT elektronik mesajları olarak yazılan elektronik mesaj türleri arasında gönderilen ve iptal edilen elektronik mesajlar; gönderilmiş ve değiştirilmiş, değiştirilmiş ve iptal edilmiş ve aynı saniye içinde bir kereden fazla değiştirilmiş emirlere dair mesajlar bulunmaktadır. İkinci aşamada, ilk adımın HFT elektronik mesajlarına elektronik mesajların kesin varış zamanlarını öğrenmeye çalışıyoruz. Bu belirli saniyelerde gelen mesajlarla aynı boyuttaki elektronik mesajları gözlemleyerek, ek elektronik mesajları HFT elektronik mesajları olarak yazarız. HFT elektronik mesajları ve bağlantıları, BIST'ten daha erken bir süre için ampirik kanıtlar ve metodolojinin güvenilirliği konusunda sağlamlık Ekinci ve Ersan (2018)'da bulunabilir.

Kesitsel olarak karşılaştırılabilir bir değer elde etmek için elektronik mesajda, HFT etiketli elektronik mesaj sayısının, aşağıdaki formülde gösterilen bir stok ve zamanda gönderilen toplam elektronik mesaj sayısına bölünmesi ile oluşan bir HFT oranı elde edilir.

Denklem 6 :

$$HFToranı_{i,t} = \frac{Elektronik\ mesaj_{i,t}^{HFT}}{Elektronik\ mesaj_{i,t}^{All}}$$

Alış ve satış HFT oranı, HFT etiketli alış (veya satış) elektronik mesaj sayısının payda olduğu ve toplam alış (veya satış) elektronik mesaj sayısının paydada olduğu şekilde hesaplanır.

Figür 12, 2015 Aralık ve 2017 Mart ayları arasında hisse senetlerimizin volatilitte, likidite, HFT alım, HFT satım, HFT, getiri, BIST100 endeks getirisi, hisselerin piyasa getirisi üzerindeki ekstra getirisi ve hacminin standart sapma (sd) ve ortalama hesaplamalarının bulunduğu tablodur. Ortalama+sd, ortalama ve standart sapmanın toplamı,

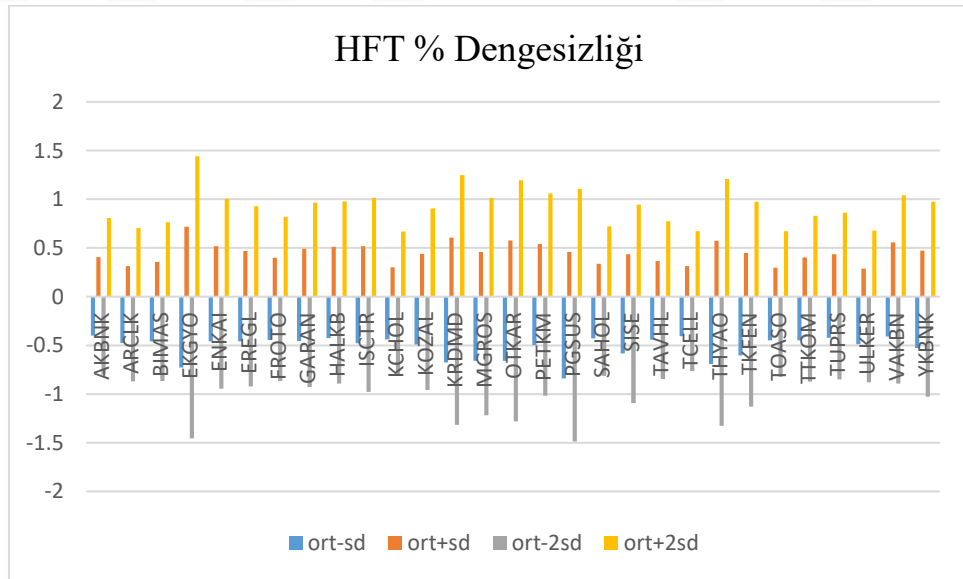
ortalama+2\*sd ise standart sapmanın iki ile çarpılmış haliyle ortalamanın toplamıdır. Buradaki veriler bağımsız değişkendir ve standart sapma (n-1) yöntemi kullanılarak hesaplanır.

Denklem 7 :

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})}{(n-1)}}$$

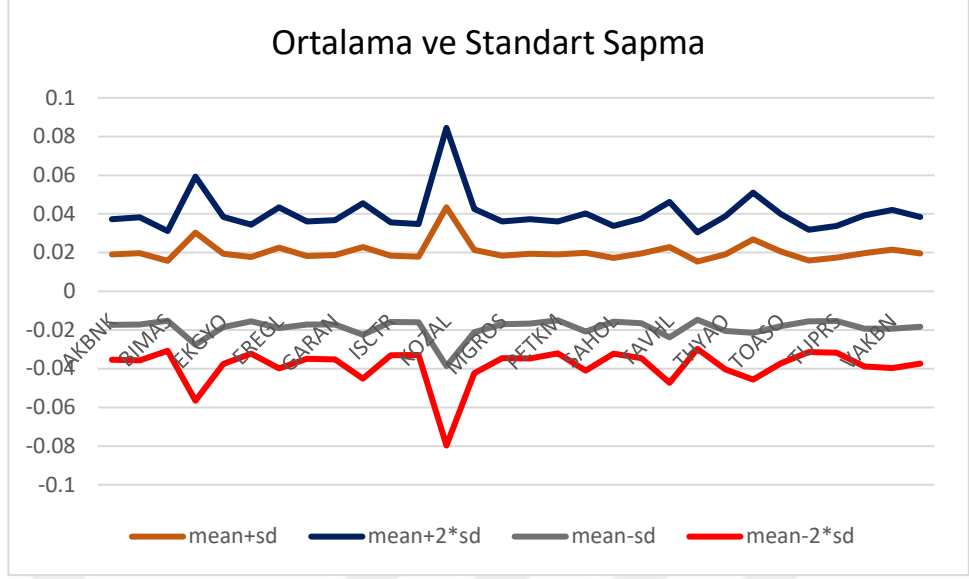
Burada  $x$ , örnek ortalamadır,  $n$  ise örnek boyuttur. Ortalama+sd ve ortalama+2\*sd değeri en büyük olan hisse KOZAL, en küçük olan ise TCELL'dir. Ortalama-sd ve ortalama-2\*sd değeri en küçük olan KOZAL, en büyük olan ise TCELL'dir.

Ort+sd, ort+2-sd, ort-sd ve ort-2\*sd değerlerinin hesaplanma amacı yapılan analizde çıkan sonuçları, uç fiyat (%2, %5, %-2, %-5) değerleri yerine konulup analiz tekrardan yapılmıştır. Yani bu uç fiyat değerleri yerine her hisse için ortalama ve standart sapma değerleriyle analizler tekrarlanmıştır, sonuçlar benzerdir.



Figür 12 : HFT % Dengesizliği

**Notlar:** Aralık 2015 ve Mart 2017 arası verilerin HFT alım-satım farkından oluşturulmuş HFT % dengesizliğinin öncelikle ortalamaları, standart sapmaları ve standart sapmaların 2 ile çarpımı hesaplanmıştır. Sonrasında ortalama ve standart sapma farkı, toplamı, ortalama ve standart sapmanın iki ile çarpımının farkı ve toplamı şeklinde elde edilmiştir.



Figür 13: Hisse bazında ortalama ve standart sapma hesaplamaları

**Notlar:** Aralık 2015 ve Mart 2017 arası hisse bazında BİST30'un önce getiri değerleri üzerinden; ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. İlk sütun ortalamaların ve standart sapmaların toplamı ile elde edilmiştir. İkinci sütun standart sapmanın her bir hisse için 2 ile çarpılıp ortalamalarıyla toplanması sonucunda bulunmuştur. Üçüncü sütun ortalama ile standart sapmanın farkını göstermektedir. Son sütun ise ortalamadan standart sapmanın iki katının çıkarılması ile sonuçlanmıştır.

İstatistikler	%-5 ten az	-%5 ve %2 arası	-%2 ve %0.5 arası	-%0.5 ve %0.5 arası	%0.5 ve %2 arası	%2 ve %5 arası	%5 ten fazla
hft	0.0501	0.053	0.0595	0.0609	0.0609	0.0534	0.0486
hft alım	0.0336	0.0453	0.0494	0.0556	0.0602	0.0545	0.0518
hft satım	0.0652	0.0565	0.064	0.0602	0.0563	0.0474	0.0401
(hft alım) - (hft satım)	-0.0316	-0.0112	-0.0146	-0.0045	0.0039	0.007	0.0117
(hft alım - hft satım) / hft	-0.6761	-0.2902	-0.2595	-0.0651	0.0765	0.1484	0.2806

Tablo 4 : Günlük getiri aralıklarında HFT aktivitesi

**Notlar:** BIST30 hisseleri için Aralık 2015 ve Mart 2017 arası HFT değişkenlerinin çeşitli EPM'ler cinsinden hesapları yapılmıştır. Eksi %5'ten az getirili günlerde öncelikle HFT ortalaması, HFT alım tarafı ortalaması, HFT satım tarafı ortalaması, HFT alım-satım taraflarının fark ortalaması, ve en son alım satım fark ortalamasının HFT'ye oranı ile elde edilmiştir. Bu yöntem, diğer getiri aralıkları için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Tabloda farklı getiri aralıklarına giren günlerin HFT değişkenlerinin ortalamaları bulunmaktadır. Eksi %5'ten sifıra yaklaşırken HFT ve HFT alım değerleri küçülmekte olup, sifirdan sonrası için büyümektedir. HFT alım ve satım farkında oluşan ortalamalarda ise sifıra yaklaşırken küçülüp pozitif EPM'ler durumunda ise ortalamaları büyümektedir. HFT farkın HFT ye oranının ortalamasında ise eksi %5 altı EPM'li hisse ve günlerden itibaren pozitif EPM'li hisse-günlere doğru yaklaştıkça bu ortalama değer büyümektedir.

## 7.2. T-Test: Uç Fiyat Hareketli Günlerdeki HFT Aktivitesinin Getirisiz Günlerdeki HFT Aktivitesi ile Karşılaştırılması

Bu bölümde t testler kullanılarak pozitif ve negatif getirili günlerdeki HFT aktivitesinin getirisiz günlerdeki seviyelerinden farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmektedir. Tablo 5'te verildiği üzere, HFT'ye dair beş farklı değişken kullanılmıştır. Bunlar piyasadaki genel HFT payını yansıtan değişken (HFT) dışında, alım ve satım taraflarındaki HFT oranları (HFT alım ve HFT satım) ve alım-satım arası HFT farklılığını ölçen HFT fark ve HFT dengesizliği değişkenleridir. Alım ve satım tarafında HFT payları ve bunlar arası farklılığı ortaya koyan değişkenler HFT aktivitesinin farklı düzeyde pozitif ve negatif getiri olan hisse ve gün tiplerinde piyasada hangi yönde daha fazla pozisyon aldığını göstermesi açısından önemlidir. Hisse ve gün ikilileri negatif getirili üç farklı grup (%-5'ten az, %-5 ve %-2 arası, %-2 ve %-0.5 arası), getirisiz (%-0.5 ve %0.5 arası) ve pozitif getirili üç farklı grup (%0.5 ve %2 arası, %2 ve %5 arası, %5'ten fazla) olarak toplam yedi gruba ayrılmıştır. Pozitif ve negatif getirili altı grubun HFT ortalamaları getirisiz grubun HFT ortalamaları ile karşılaştırılmıştır.

İlk olarak HFT değişkenini incelediğimizde, düşük getirili günlerde (hem pozitif hem negatif yönde) getirisiz günlerdeki HFT düzeyinden anlamlı bir farklılaşma görülmemektedir. Ancak mutlak değer olarak hem %2 ve %5 arası hem de %5'ten daha fazla getiri olan günlerde HFT aktivitesinin getirisiz günlere göre daha az olduğu Tablo 5 ilk satır verilerinden anlaşılmaktadır. Piyasadaki HFT payının azalması %-5'ten düşük getirili ve %5'ten fazla getirili uç fiyat değişikliği yaşanan hisse-gün ikililerinde daha da belirgindir. Bu dikkat çekici bir sonuç olarak HFT'nin uç fiyat hareketi olan günlerde piyasadaki etkinliğini azalttığına, bu durumlarda HFT kaynaklı likiditenin azaldığına işaret etmektedir.

Bu gözlemi daha detaylı incelemek için alım ve satım tarafındaki HFT etkinliğini ayrı ayrı ele aldığımızda pozitif ve negatif fiyat değişimli hisse-günlerdeki HFT azalışının piyasanın yönüyle uyumlu gerçekleştiğini görmekteyiz. Örneğin, negatif uç fiyat hareketli gözlemlerde (Eksi %5'ten az getirili gözlemler ve %-2 ve %-5 arası getirili gözlemler) anlamlı şekilde azalan HFT aktivitesinin alım tarafında olduğu anlaşılmaktadır. Bu HFT'lerin aşağı yönlü fiyat hareketleri sırasında alım tarafında daha



az bulduklarına işaret etmektedir. Bu hisse-gün ikililerinde satım tarafındaki HFT düzeyinde ise bu düzeyde anlamlı bir farklılaşma yoktur. Belirtilen durumun simetriği pozitif yönlü fiyat hareketleri yaşanan durumlarda da mevcuttur. Tablo 5 son iki sütunda verilen getirisiz günlerdeki HFT düzeyinden farklılaşma satım tarafında anlamlı iken alım tarafında istatistiksel olarak anlamlı değildir. HFT aktivitesinin pozitif uç fiyat hareketli hisse ve günlerde satım tarafında daha az bulunduğu diğer yandan alım tarafındaki aktivitesinin farklılaşmadığı görülmektedir.

Bu doğrultuda, sonuçları daha belirgin hale getiren alım ve satım yönlü HFT ler arası fark ve dengesizlik değişkenlerinin her ikisi de negatif (pozitif) fiyat hareketli hisse-günlerde getirisiz hisse-günlere göre daha azdır (fazla). Bu farklılık özellikle %-5'ten az olan uç negatif hareketler sırasında ve %5'ten fazla uç pozitif hareketler sırasında çok daha belirgindir. Örneğin, HFT dengesizliği oranı eksi %5'ten az getiri olduğu durumlarda getirisiz günlere göre %61 daha azdır. Uç pozitif fiyat hareketleri olduğunda ise getirisiz hisse-gün ikililerine göre bu oran %35 daha yüksektir.

Tablo 5 günlük getiri bazında farklı gruplarda yer alan günlerdeki HFT aktivitesini karşılaştırmaktadır. Her bir sütunda belirtilen getiri aralığındaki hisse-günlerde ilgili değişkenin ortalaması ve eksi %0.5 ve %0.5 aralığında getiri olan hisse-günlerdeki aynı değişkenin ortalaması tek yönlü çift grup t test ile karşılaştırılır. Her bir değişkenin bulunduğu satırdaki sayılar karşılaştırılan iki grubun ilgili değişken bazında ortalamalarının farkını; p değeri başlıklı satırlar ise bu farkların istatistiksel anlamlılıklarına dair p değerlerini ifade eder. HFT değişkeni tüm elektronik mesajlar içindeki HFT mesajlarının oranını; HFT\_alım ve HFT\_satım sırasıyla alım ve satım emirleri içerisindeki mesajlarda HFT payını; HFT farkı HFT\_alım ve HFT\_satım arası farkı; HFT dengesizliği ise bu farkın HFT değişkenine oranını ifade eder.

İstatistikler	%-5 ten az	-%5 ve %2 arası	-%2 ve %0.5 arası	-%0.5 ve %0.5 arası	%0.5 ve %2 arası	%2 ve %5 arası	%5 ten fazla
HFT	-0.0108	-0.0078	-0.0013		0	-0.0075	-0.0122
<i>p değeri</i>	0.004	0.0001	0.2037		0.4992	0	0.0009
HFT alım	-0.022	-0.0103	-0.0062		0.0045	-0.0011	-0.0039
<i>p değeri</i>	0	0	0.0001		0.0058	0.2934	0.2001
HFT satım	0.005	-0.0036	0.0038		-0.0039	-0.0127	-0.0201
<i>p değeri</i>	0.1933	0.0594	0.0253		0.016	0	0
HFT alım - HFT satım	-0.0271	-0.0066	-0.01		0.0084	0.0116	0.0162
<i>p değeri</i>	0	0.0043	0		0	0	0.0004
(HFT alım - HFT satım) / HFT	-0.611	-0.2251	-0.1944		0.1417	0.2135	0.3457
<i>p değeri</i>	0	0	0		0	0	0

Tablo 5 : Uç fiyat hareketli gün-hisselerde HFT aktivitesi

**Notlar:** İlk sütunda 10170 gün için getirisi eksi %5'ten az EPM'ler belirlendi. Burada HFT hesabı; Tablo 4'te oluşturulan HFT kısmında eksi %5'ten az EPM'den eksi %0.5 ile %0.5 arası EPM'li hisse ve gün değeri çıkarılarak bulunmuştur. Bu yöntem negatif ve pozitif EPM değerleri arasında aynı şekilde hesaplanmıştır. P değerleri üzerinde ise t test uygulanmıştır. Şöyle ki; HFT değişkenin p değeri için getirisi eksi %5'ten az tüm HFT değerleri ile getirisi eksi %0.5 ile %0.5 arası HFT değeri ve yine getirisi eksi %0.5-%0.5 arası olan HFT değerlerinin son gün değeri ile 1 kuyruklu, 2 örnekli t test yöntemi ile bulunmuştur. Bu yöntem her bir EPM sınırları ile diğer HFT değişkenleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, Tablo 5 net şekilde HFT aktivitesinin negatif uç fiyat hareketleri sırasında alım yönlü pozisyon almayı azalttığını, pozitif uç fiyat hareketleri sırasında ise satım yönlü pozisyon almayı düşürdüğünü göstermektedir. Bu durum yüksek frekanslı işlemcilerin piyasa ile benzer yönde hareket etme eğiliminde olduğuna, fiyat hareketlerini doğru tahmin edebildiklerine ve HFT kârlılığına işaret edebilmektedir.

Tablo 6’da aynı gün içinde en az beş defa %-5 altı ve %5 üzeri uç fiyat hareketi gerçekleşen günlerin ortalamaları ve standart sapmaları gösterilmektedir. %-5 altı getiri yaşayan günleri negatif uç fiyat hareketli günler olarak adlandırırsak; volatilité değişkenine bakıldığında %5 üzeri getirilerde ortalaması ile standart sapması daha küçüktür ve daha likittir. Getirisiz günlerde HFT alım ortalaması satım ortalamasından daha büyüktür. Eksi %5 altı uç getirili günlerde yaklaşık ortalama %7.6’lık kayıp, %5 üzeri getirilerde ise %6.4 oranında pozitif getiri mevcuttur.

İstatistikler	%5 altı		%5 üzeri	
	ortalama	sd	ortalama	sd
Volatilité	0.0756	0.04	0.0669	0.014
Likidite	46758928	57354888	49985797	49611413
Hft alım	0.0364	0.0313	0.0521	0.0515
Hft satım	0.0544	0.0365	0.0434	0.0515
Hft	0.0454	0.0276	0.0503	0.0457
Getiri	-0.0759	0.0311	0.0638	0.0151
BIST100 endeks getirisi	-0.0515	0.0152	0.0368	0.0046
Hissenin piyasa getirisi üzerindeki ekstra getirisi	-0.0243	0.025	0.0269	0.0165
Hacim	38875016	50639315	50430455	57093623
Önceki gün itibariyle hissenin market kapitalizasyonu	13450.86	10871.117	14117.191	9489.1648

Tablo 6 : Ortak EPM’ler

**Notlar:** Aynı gün en az beş farklı hissede uç fiyat hareketi yaşıyorsa bu günlere ortak EMP’li günler demektiriz. Tablonun sol tarafından görünen değişkenler için minimum 5 hisse koşulunu sağlayan eksi %5 altı ve %5 üzeri getirili günlerin ortalamaları ve standart sapma hesaplamaları yapılmıştır.

### 7.3. Regresyon Analizi: HFT Toplam, HFT Alım, HFT Satım ve HFT Dengesizliği Aktivitesinin Regresyon Analizi

HFT belirleyicilerine dair regresyon analizi yapılmıştır. Sabit değişkeni, yedi modelimizdeki değişkenlerin HFT'yi ne kadar artırıp azaltacağını göstermektedir.  $R^2$ , korelasyon değerinin karesidir ve HFT değişkeni içindeki varyasyonun; sabit, getiri, uç fiyatlar, hacim, likidite ve volatilité değişkenlerine atfedebileceğini göstermektedir.  $R^2$  değişkeni 1'e ne kadar yakınsa bağımlı değişkendeki değişimin büyük kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanabilir. Yani bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin değerini ifade eder. F değerleri; tek yıldızlı (\*) ise %10, iki yıldızlı (\*\*) ise %5, üç yıldızlı ise %1 düzeyinde anlamlı, hiç yıldız yok ise anlamsız sonuçlar elde edilmiştir. EPM kukla değişkenleri hariç diğer tüm değişkenlere hisse bazlı ortalama standardizasyonu uygulanmıştır. Yani her gözlemden o hisse için değişkenin ortalaması ( $\mu$ ) çıkartılıp standart sapmasına ( $\sigma$ ) bölünmüştür. Bu uygulama literatürdeki ilgili çalışmalar ile uyumludur (örneğin, Hasbrouck ve Saar, 2013; Brogaard vd., 2018).

Denklem 8 :

$$Z = \frac{Xi - \mu}{\sigma}$$

Regresyon modelleri 4 farklı bağımlı değişkeni açıklamak için ayrı ayrı çalıştırılmıştır ve sonuçlar Tablo 7-10 arasında verilmiştir. Her tabloda 4 farklı çok değişkenli regresyon modeli ile analiz gerçekleştirilmiştir. Bu modeller yöntem bölümünde verilmiştir. İlk model %5 üzeri ve eksi %5 altı hisse-günleri temsil eden iki farklı kukla değişkeni kullanmaktadır. Model 2 ise bu değişkenlerin %2 ve eksi %2 değerleri ile değiştirilmiş tanımlarını içermektedir. Model 3 ve Model 4 ilk iki modele 3 adet kontrol değişkeni eklenmesi ile genişletilmiş modellerdir. Bu değişkenler işlem hacmi, likidite ve volatilitedir.

Tablo 7 piyasadaki HFT oranına dair değişkeni; Tablo 8 alım tarafındaki HFT oranını; Tablo 9 satım tarafındaki HFT oranını; ve Tablo 10 alım tarafı ve satım tarafındaki HFT oranları arası dengesizliği ortaya koyan HFT değişkenini bağımlı değişken olarak incelemektedir.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Sabit	0.0039	0.0287	-0.002	0.0086
%2 üzeri		-0.1293***		-0.0484
%5 üzeri	-0.1823		0.0421	
-%2 altı		-0.1102***		-0.0212
-%5 altı	-0.1169		0.1287	
Hacim			-0.0433***	-0.0401***
Likidite			0.0149	0.0145
Volatilite			-0.0594***	-0.0475***
Gözlem sayısı	10167	10167	10164	10164
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.0004	0.0024	0.006	0.006
F istatistiği	3.1102	13.6356***	13.3632***	13.4555***

Tablo 7 : Toplam HFT oranı belirleyicileri

**Notlar:** Tabloda çok değişkenli regresyon analizi uygulanmıştır. Dört modelde de sabit değişken toplam HFT'dir. Model 1'de bağımlı değişken HFT, bağımsızlar ise %5 üzeri hisse-gün ve eksi %5 altı hisse-gün değişkenleridir. Bir eşitlik düşünüldüğünde sol tarafta bağımlı taraf sağ tarafta da bağımsız taraflar olmak üzere kurulan bir mantıktır. Buradaki amaç soldaki bağımlı değişkenin sağdaki bağımsız değişkenlerden ne kadar etkilendiğidir. Model 2'de bağımlı değişken HFT, bağımsız değişken olarak girdiler ise; %2 üzeri EPM'ler, eksi %2 altı EPM'lerdir. Uç fiyatların yıldızlı olmasının sebebi p değerlerinin yani "istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı" kararı verilirken yapılan olası hata değeridir. P eğer < 0.1'den istatistiksel olarak anlamlı farkı vardır. Bunlar tek yıldızla (\*) belirtilmiştir. P < 0.05 ise yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır. İki yıldızla (\*\*) gösterilmiştir. P < 0.01 ise çok yüksek düzeyde anlamlılık vardır ve üç yıldızla (\*\*\*) gösterilmiştir. Model 2'de F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır, bunun için analizde ANOVA (modelin anlamlı bulunup bulunmadığını gösteren kısım) tablosunda "F Significance" yani F değerinin önemine bakılmıştır. Model 3'te bağımsız değişkenler; %5 üzeri hisse-günler, eksi %5 altı hisse-günler, hacim, likidite ve volatilitedir. Burada çok yüksek düzeyde anlamlı çıkan değişkenler; hacim, volatilit ve F değeridir. Model 4, bir önceki modelin %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM'li halidir. Burada çıkan anlamlılıklar model 3'teki gibi P ve F değerlerinin < 0.01'den küçük olması sebebiyle üç yıldızlıdır.

Tablo 7'de görüldüğü üzere, uç fiyat hareketli günlere dair kukla değişkenleri katsayıları yalnız Model 2'de istatistiksel anlamlılık içermekte, buna göre hem %2 üzeri getiri olan hem de eksi %2 altı getiri olan hisse-günlerde HFT payı diğer hisse-günlere göre daha düşüktür. Ancak bu bulgu %5 kritik değeri ile olan incelemede ve kontrol değişkenlerinin dahil edildiği durumlarda mevcut değildir. Dolayısıyla, uç fiyat hareketi yaşanan hisse-günlerde bu hisselerdeki genel HFT payına dair somut bir farklılık olduğunu söylemek güçtür.

Kullanılan kontrol değişkenlerinden işlem hacmi HFT aktivitesi üzerinde anlamlı ve negatif bir etkiye sahiptir. Buna göre, işlem hacminin hisse senedinin genel ortalamasına göre düşük kaldığı günlerde hissedeki HFT oranı daha yüksektir. Benzer şekilde

volatilitenin görece düşük olduğu günlerde herhangi bir hisse senedi daha fazla HFT aktivitesi barındırmaktadır.

İkinci adımda alım ve satım taraflarındaki (alım ve satım emirleri içerisinde) HFT oranı (payı) sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9’da incelenmiştir. Buradaki amaç pozitif ve negatif uç fiyat hareketlerinin alım ve satım taraflarındaki HFT aktivitesini ayrı ayrı nasıl etkilediğini görmektedir. Tablo 8 ilk 2 sütunda negatif uç fiyat hareketi yaşandığında bunun alım tarafındaki HFT payını azalttığı anlamlı ve negatif katsayılar ile gözlenmektedir. Ancak bu ilişki hacim, likidite ve volatilité değişkenleri kontrol edildikten sonra halen mevcut değildir. Diğer yandan, Model 4 sonuçlarına göre alım tarafı HFT oranı %2 üzeri getiri olan hisse-günlerde daha fazladır (katsayı=0.099). Tablo 8 bulguları HFT’lerin pozitif uç fiyat hareketleri olduğunda alım tarafındaki paylarının arttığına, negatif hareketlerde ise aynı taraftaki aktivitelerini azaltıklarına işaret etmektedir.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Sabit	0.0038	0.0147	-0.0007	-0.004
%2 üzeri		0.0254		0.0989***
%5 üzeri	-0.0043		0.1649	
-%2 altı		-0.1705***		-0.0851
-%5 altı	-0.328***		-0.1342	
Hacim			-0.0199	-0.0233
Likidite			-0.0005	0.0009
Volatilité			-0.0523***	-0.0504***
Gözlem sayısı	10167	10167	10164	10164
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.001	0.0027	0.004	0.0055
F istatistiği	6.2463***	15.0987***	9.367***	12.3245***

Tablo 8: Alım tarafı HFT oranı belirleyicileri

**Notlar:** Tabloda çok değişkenli regresyon analizi uygulanmıştır. Dört modelde de sabit değişken alım tarafındaki HFT’dir. Bir eşitlik düşünüldüğünde sol tarafta bağımlı taraf sağ tarafta da bağımsız taraflar olmak üzere kurulan bir mantıktır. Buradaki amaç soldaki bağımlı değişkenin sağdaki bağımsız değişkenlerden ne kadar etkilendiğidir. Model 1’de bağımlı değişken HFT alım, bağımsızlar ise %5 üzeri hisse-gün ve eksi %5 altı hisse-gün değişkenleridir. Model 2’de bağımlı değişken HFT alım, bağımsız değişken olarak girdiler ise; %2 üzeri EPM’ler, eksi %2 altı EPM’lerdir. Uç fiyatların yıldızlı olmasının sebebi p değerlerinin yani “istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı” kararı verilirken yapılan olası hata değeridir. P eğer < 0.1’den istatistiksel olarak anlamlı farkı vardır. Bunlar tek yıldızla (\*) belirtilmiştir. P < 0.05 ise yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır. İki yıldızla (\*\*) gösterilmiştir. P < 0.01 ise çok yüksek düzeyde anlamlılık vardır ve üç yıldızla (\*\*\*) gösterilmiştir. Model 1’de eksi %5 altı ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. Model 2’de ise eksi %2 altı ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. F değerinin anlamlı olup olmadığına karar vermek için analizde ANOVA (modelin anlamlı bulunup bulunmadığını gösteren kısım) tablosunda “F Significance” yani F’in önemine bakılmıştır. Model 3’te bağımsız değişkenler; %5 üzeri hisse-günler, eksi %5 altı hisse-günler, hacim, likidite ve volatilitedir.

Burada çok yüksek düzeyde anlamlı çıkan değişkenler; volatilité ve F değeridir. Model 4, bir önceki modelin %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM'li halidir. Burada çıkan anlamlılıklar %2 üzeri EPM bağımsız değişkenleri, volatilité ve F değerileridir. Hepsi 0.01'den küçük olduğu için üç yıldız konulmuştur.

Tablo 9'da destekleyen bulgular mevcuttur. Model 1 ve Model 2'de pozitif fiyat hareketleri gerçekleştiğinde satım tarafındaki HFT oranının azaldığı ve bu etkinin %1 seviyesinde anlamlı olduğu görülebilir. Model 3 ve Model 4 ise benzer şekilde pozitif ve negatif uç hareketli hisse-günlerde HFT satım değişkeninin sırasıyla azaldığını ve arttığını göstermektedir. Buna göre HFT'ler fiyatlarda sert düşüş yaşandığında satım tarafında diğer yatırımcılara göre daha aktiftir. Benzer şekilde, diğer zamanlara göre, sert çıkış zamanlarında satım tarafında diğer yatırımcılardan daha az bulunmaktadır.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Sabit	0.002	0.0301***	-0.0022	0.0202
%2 üzeri		-0.2246***		-0.1810***
%5 üzeri	-0.2958***		-0.1294	
-%2 altı		-0.0058		0.0338
-%5 altı	0.1846**		0.3529***	
Hacim			-0.0525***	-0.0445***
Likidite			0.0285	0.0265
Volatilité			-0.0316***	-0.0123
Gözlem sayısı	10167	10167	10164	10164
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.0014	0.0055	0.0049	0.0071
F istatistiği	8.2679***	29.4092***	11.1905***	15.6224***

Tablo 9: Satım tarafı HFT oranı belirleyicileri

**Notlar:** Tabloda çok değişkenli regresyon analizi uygulanmıştır. Dört modelde de sabit değişken satım tarafındaki HFT'dir. Bir eşitlik düşünüldüğünde sol tarafta bağımlı taraf sağ tarafta da bağımsız taraflar olmak üzere kurulan bir mantıktır. Buradaki amaç soldaki bağımlı değişkenin sağdaki bağımsız değişkenlerden ne kadar etkilendiğidir. Model 1'de bağımlı değişken HFT satım, bağımsızlar ise %5 üzeri hisse-gün ve eksi %5 altı hisse-gün değişkenleridir. Model 2'de bağımlı değişken yine HFT satım, bağımsız değişken olarak girdiler ise; %2 üzeri EPM'ler, eksi %2 altı EPM'lerdir. Uç fiyatların yıldızlı olmasının sebebi p değerlerinin yani "istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı" kararı verilirken yapılan olası hata değeridir. P eğer < 0.1'den istatistiksel olarak anlamlı farkı vardır. Bunlar tek yıldızla (\*) belirtilmiştir. P < 0.05 ise yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır. İki yıldızla (\*\*) gösterilmiştir. P < 0.01 ise çok yüksek düzeyde anlamlılık vardır ve üç yıldızla (\*\*\*) gösterilmiştir. Model 1'de eksi %5 altı, %5 üzeri ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. Model 2'de ise %2 üzeri, sabit olan HFT satım ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. F değerinin anlamlı olup olmadığına karar vermek için analizde ANOVA (modelin anlamlı bulunup bulunmadığını gösteren kısım) tablosunda "F Significance" yani F'in önemine bakılmıştır. Model 3'te bağımsız değişkenler; %5 üzeri hisse-günler, eksi %5 altı hisse-günler, hacim, likidite ve volatilitedir. Burada çok yüksek düzeyde anlamlı çıkan değişkenler; eksi %5 altı, hacim, volatilité ve F değerileridir. Model 4, bir önceki modelin %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM'li halidir. Burada çıkan anlamlılıklar %2 üzeri EPM bağımsız değişkenleri, hacim ve F değerileridir. Hepsi 0.01'den küçük olduğu için üç yıldız konulmuştur.

Genel HFT oranında net olarak görülmeyen ancak alım ve satım tarafındaki HFT paylarına yönelik değişkenlerde bulunan uç fiyat hareketi etkisi alım ve satım tarafları arası HFT farklılığını ortaya koyan bir değişkenin daha incelenmesinin faydalı olacağına işaret etmiştir. Tablo 10’da görüleceği üzere, tüm modellerde hem %2 hem de %5 eşik değerleri ile belirlenen uç fiyat hareketi değişkenlerinin HFT alım-satım dengesizliği değişkeni üzerinde istatistiki önemde ve önceki tablolar ile uyumlu etkisi tespit edilmiştir. HFT dengesizliği, yani alım tarafındaki HFT oranının satım tarafındaki HFT oranından oransal fazlalığı, pozitif uç fiyat hareketleri ile doğru, negatif uç fiyat hareketleri ile ters ilişkilidir.

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Sabit	0.0014	-0.0104	0.0004	-0.0199*
%2 üzeri		0.2702***		0.3031***
%5 üzeri	0.3715***		0.3948***	
-%2 altı		-0.2373***		-0.1883***
-%5 altı	-0.5726***		-0.5201***	
Hacim			0.0304**	0.0185
Likidite			-0.0005	0.0037
Volatilite			-0.035***	-0.0443***
Gözlem sayısı	10167	10167	10164	10164
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.0055	0.0153	0.0063	0.0163
F istatistiği	29.2899***	80.1253***	13.9041***	34.6118***

Tablo 10: Alım-satım tarafları HFT dengesizliği oranı belirleyicileri

**Notlar:** Tabloda çok değişkenli regresyon analizi uygulanmıştır. Dört modelde de sabit değişken alım ve satım tarafındaki HFT dengesizliğidir. Bir eşitlik düşünüldüğünde sol tarafta bağımlı taraf sağ tarafta da bağımsız taraflar olmak üzere kurulan bir mantıktır. Buradaki amaç soldaki bağımlı değişkenin sağdaki bağımsız değişkenlerden ne kadar etkilendiğidir. Model 1’de bağımlı değişken HFT alım-satım dengesizliği, bağımsızlar ise %5 üzeri hisse-gün ve eksi %5 altı hisse-gün değişkenleridir. Model 2’de bağımlı değişken yine HFT alım-satım dengesizliği, bağımsız değişken olarak girdiler ise; %2 üzeri EPM’ler, eksi %2 altı EPM’lerdir. Uç fiyatların yıldızlı olmasının sebebi p değerlerinin yani “istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı” kararı verilirken yapılan olası hata değeridir. P eğer < 0.1’den istatistiksel olarak anlamlı farkı vardır. Bunlar tek yıldızla (\*) belirtilmiştir. P < 0.05 ise yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardır. İki yıldızla (\*\*) gösterilmiştir. P < 0.01 ise çok yüksek düzeyde anlamlılık vardır ve üç yıldızla (\*\*\*) gösterilmiştir. Model 1’de eksi %5 altı, %5 üzeri ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. Model 2’de ise %2 üzeri, eksi %2 altı ve F değeri çok yüksek düzeyde anlamlıdır. F değerinin anlamlı olup olmadığına karar vermek için analizde ANOVA (modelin anlamlı bulunup bulunmadığını gösteren kısım) tablosunda “F Significance” yani F’in önemine bakılmıştır. Model 3’te bağımsız değişkenler; %5 üzeri hisse-günler, eksi %5 altı hisse-günler, hacim, likidite ve volatilitedir. Burada anlamlı çıkan değişkenler; %5 üzeri, eksi %5 altı, hacim, volatilité ve F değerleridir. Hacmin p değeri 0.05’ten küçük olduğu için iki yıldız konulmuştur. Diğer anlamlılıklar 0.01’den küçük olduğu için üç yıldız şeklindedir. Model 4, bir önceki modelin %2 üzeri ve eksi %2 altı EPM’li halidir. Burada çıkan anlamlılıklar ise; sabitin yani HFT alım-satım dengesizliği (p değeri 0.1’den küçük olduğu için tek yıldız), %2 üzeri epm, eksi %2 altı epm, volatilité ve F değeridir. Sabit hariç diğer anlamlılıklar 0.05’ten küçük olduğu için üç yıldızlıdır.



## 8. SONUÇ

HFT; bir saniyenin kesirlerinde binlerce emir gönderimi, yüksek oranda emir iptalleri ve gün içi marjinal kâr hedefi ile özdeşleştirilebilen saniye veya milisaniye cinsinden pozisyon tutan bir işlem tipidir. HFT sebebi ile gelişmiş piyasalarda gönderilen emirlerin %98'i iptal edilmektedir O'Hara (2015). 2010 sonrası oluşan SSCI endeksli dergilerde en az 250 yayın mevcuttur. HFT'ler dünya çapında önem kazanmış olsa da, 2015 yılından beri Borsa İstanbul'da kaydadeğer şekilde uygulandığı düşünülmektedir. BIST pay piyasasına dair HFT ile ilgili literatürde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle HFT'nin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma HFT endüstrisinin rekabet gücüne ışık tutmakla birlikte piyasadaki verimliliği hakkında bilgi vermektedir. Gün-içi emir-işlem defterlerinden elde edilmiş değişkenlerin günlük düzeyde tutulan halleri Ekinci ve Ersan (2021) çalışmasından temin edilmiştir.

Temel araştırma soruları; Yüksek-frekanslı işlemlerin payı uç fiyat hareketi yaşanan hisse ve günlerde daha farklı mıdır? Alım ve satım tarafındaki HFT aktivitesi pozitif ve negatif uç fiyat hareketi yaşandığında nasıl değişmektedir? Kullanılan değişkenler; HFT toplam, HFT alım, HFT satım ve HFT alım satım farkından oluşturulan dengesizlik. Emirler içerisinde HFT emirlerinin payındaki yöntem Ekinci ve Ersan (2018) çalışmasından temin edilmiştir. HFT üç aşamada analiz edilmiştir.

Birincisi hisse ve getiri aralığı bazlı tanımlayıcı istatistikler ile uç fiyat hareketleri (%2 üzeri, %5 üzeri, eksi %2 altı ve eksi %5 altı) etrafında HFT analizidir. İkincisi t-test ile karşılaştırmalar, üçüncüsü ise tek ve çok değişkenli regresyon analizleridir.

Günlük getiri aralıkları dahilinde farklı EPM sınırlarında (+- %5 altı, +-%2 ile +-%5 arası, eksi %2 ile %2 arası) değişkenlerin ortalama ve standart sapma analizinde %5 üzeri EPM'li hisse ve günlerde HFT'nin ortalaması en yüksek değere ulaşmıştır. Alım tarafındaki HFT ortalaması getirisiz günlerden sonrakilerde küçülmeye devam etmiştir. Satım tarafındaki HFT'nin en küçük ortalaması getirisiz günlere aittir. %2 üzeri EPM'lerin en fazla olduğu hisse senedi KOZAL'a, en az olan ise BIMAS, TCELL ve TTKOM'a aittir. Eksi %2 altı EPM'ler dahilinde gün sayısının en fazla olduğu senet yine KOZAL'dır.

Aylık ortalama HFT oranı ile EPM gün sayısı (buradaki uç fiyatlar %2 üzeri ve - %2 altıdır) analizinde EPM gün sayıları Aralık 2015'ten Mart 2017'ye kadar olan periyotta azalmış HFT oranının ise arttığı gözlemlenmiştir. %2 üzeri ve - %2 altı EPM'lerde HFT % dengesizliği analizinde %2 üzeri dengesizliğe ait en büyük hisse senedi HALKB'a, - %5 altı en büyük % dengesizliği ise AKBNK'a aittir.

HFT fark ortalamasının %2 üzeri epm'li en büyük değer TUPRS'a aittir. %5 üzeri HFT fark ortalamasının en yüksek olduğu hisse AKBNK, - %5 altı en yüksek oranlı hisse; YKBNK'a ait olduğu gözlemlenmiştir.

Günlük getiri aralıklarında HFT aktivitesinde EPM'si - %5'ten sıfıra yaklaşırken HFT ve HFT alım değerleri küçülmüş, sıfırdan sonrası için büyümüştür. HFT alım ve satım farkında oluşan ortalamalarda ise sıfıra yaklaşırken küçülüp pozitif EPM'ler durumunda ise ortalamaları büyüdüğü görülmüştür. HFT farkın HFT ye oranının ortalamasında ise - %5 altı EPM'li hisse ve günlerden itibaren pozitif EPM'li hisse-günlere doğru yaklaştıkça bu ortalama değer büyüdüyü gözlemlenmiştir.

Yapılan t-test analizi sonucunda günlük getiri aralıklarında HFT aktivitesinde EPM'si - %5'ten sıfıra yaklaşırken HFT ve HFT alım değerleri küçülmüş, sıfırdan sonraki EPM değerleri için büyümüştür. Piyasadaki HFT payının azalması %-5'ten düşük getirili ve %5'ten fazla getirili uç fiyat değişikliği yaşanan hisse-gün ikililerinde daha da belirgindir. Bu belirgin bir sonuç olarak HFT'nin uç fiyat hareketi olan günlerde piyasadaki etkinliğini azalttığına ve bu durumlarda HFT kaynaklı likiditenin azaldığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, HFT aktivitesinin negatif uç fiyat hareketleri sırasında alım yönlü pozisyon almayı düşürdüğünü, pozitif uç fiyat hareketleri sırasında ise satım yönlü pozisyon almayı azalttığını göstermektedir. Bu durum yüksek frekanslı işlemcilerin piyasa ile benzer yönde hareket etme eğiliminde yani aynı yönde pozisyon almaları sonucuna, fiyat hareketlerini doğru tahmin edebildiklerine ve HFT'nin kârlılığına işaret edebilmektedir.

Aynı gün içinde en az beş defa %-5 altı ve %5 üzeri uç fiyat hareketi gerçekleşen günlerin ortalamaları ve standart sapmaları analiz edildiğinde - %5 altı uç fiyatlı günlerin getirilerinde %7'lik kayıp, %5 üzeri getirilerde ise %6 oranında pozitif getiri gözlemlenmiştir.

Toplam HFT oranı belirleyicilerinde yapılan regresyon analizi sonuçlarında çok yüksek düzeyde anlamlılık içeren %2 üzeri getiri olan hem de eksi %2 altı getiri olan hisse-günlerde HFT payı diğer hisse-günlere göre daha düşüktür. Kullanılan kontrol değişkenlerinden işlem hacmi HFT aktivitesi üzerinde anlamlı ve negatif bir etkiye sahiptir. Buna göre, işlem hacminin hisse senedinin genel ortalamasına göre düşük kaldığı günlerde hissedeki HFT oranı daha yüksek sonucuna ulaşılmıştır.

Alım tarafı HFT oranı belirleyicilerinde yapılan regresyon analizinde HFT'lerin pozitif uç fiyat hareketleri olduğunda alım tarafındaki paylarının arttığına, negatif hareketlerde ise aynı taraftaki aktivitelerini azalttıkları bulgularına ulaşılmıştır.

Satım tarafı HFT oranı belirleyicilerinde yapılan regresyon analizi sonuçlarında pozitif ve negatif EPM'li hisse-günlerde HFT satım değişkeninin sırayla azaldığı ve arttığı görülmüştür. Böylece HFT'ler fiyatlarda sert düşüş yaşandığında satım tarafında diğer yatırımcılara göre daha aktif olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak, alım-satım tarafı HFT dengesizliği oranı belirleyicilerinde yapılan regresyon analizi sonuçlarında HFT dengesizliği, yani alım tarafındaki HFT oranının satım tarafındaki HFT oranından oransal fazlalığı, pozitif uç fiyat hareketleri ile doğru, negatif uç fiyat hareketleri ile ters ilişkili olduğu gözlemlenmiştir.

AT ve HFT, kontrol edildiğinde ve iyi bir şekilde yönetildiğinde, olumlu etkiler ve dışsallıklar yaratan, piyasaları daha likit ve verimli hale getiren büyük gelişmelerdir. HFT'lerin doğru pozisyon almalarına, HFT kârlarına ve HFT görece üstün performansına dair ön bulgular bunlardır.

## KAYNAKÇA

- Anand ve Venkataraman. (2016). Market Conditions, Fragility, and the Economics of Market Making. *Journal of Financial Economics*, 328.
- Arnuk ve Saluzzi. (2012). Broken Markets: How High Frequency Trading and Predatory Practices on Wall Street Are Destroying Investor Confidence and Your Portfolio. *Financial Analysts Journal*, 74.
- Baron, Brogaard ve Kirilenko. (2012). The Trading Profits of High Frequency Traders. *SSRN*, 15.
- Baron, Brogaard, Hagströmer ve Kirilenko. (2013). Risk and Return in High-Frequency Trading. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 997.
- Baron, Brogaard, Hagströmer ve Kirilenko. (2013). Risk and Return in High Frequency Trading. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 1007.
- Baron, Brogaard, Hagstrmner ve Krilenko. (2019). Risk and Return in High-Frequency Trading. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 994.
- Baron, Brogaard, Hagstrmner ve Krilenko. (2019). Risk and Return in High-Frequency Trading. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 997.
- Bazzana ve Collini. (2020). How does HFT activity impact market volatility and the bid-ask spread after an exogenous shock? An empirical analysis on S&P 500 ETF, *The North American Journal of Economics and Finance*, 12.
- Benos ve Sagade. (2012). High Frequency Trading Behaviour and Its Impact On Market Quality: Edivence From the UK Equity Market. *Journal of Financial Markets*, 469.
- Benos, Weatherilt ve Zikes. (2012). The Structure and Dynamics of the UK CDS Market. *Bank of England*, 18.

- Bhupathi. (2010). Technology's Latest Market Manipulator - High Frequency Trading: The Strategies, Tools, Risks and Responses. *North Carolina Journal of Law & Technology*, 386.
- Boehmer, Fong ve Wu. (2013). Algorithmic Trading and Changes in Firms Equity Capital. *SSRN*, 7.
- Boehmer Fong ve Wu. (2018). The Competitive Landscape of High Frequency Trading Firms. *Review of Financial Studies*, 2272.
- Bongaerts ve Van Achter. (2015). Competition Among Liquidity Providers with Access to High Frequency Trading Technology. *Journal of Financial Economics*, 2.
- Borsa İstanbul. (2019). *Piyasalar- Piyasa Yapıcılık*.
- Breckenfelder. (2013). Competition Among High Frequency Traders and Market Quality. *European Central Bank*, 11.
- Brogaard. (2010). High Frequency Trading and Market Quality. *SSRN*, 23.
- Brogaard ve Garriott. (2016). High-Frequency Trading Competition. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 1489.
- Brogaard, Carrion, Riordan, Shkilko ve Sokolov. (2018). High Frequency Trading and Extreme Price Movements. *Journal of Financial Economics*, 254.
- Brogaard, Carrion, Riordan, Shkilko ve Sokolov. (2018). High Frequency Trading and Extreme Price Movements. *Journal of Financial Economics*, 265.
- Brogaard ve Garriott. (2019). High-Frequency Trading Competition. *Journal of Financial and quantitative Analysis*. 1470.
- Brogaard, Hendershott ve Riordan. (2013). High Frequency Trading and Price Discovery. *The Review of Financial Studies*, 2283.
- Brogaard, Hendershott ve Riordan. (2014). High Frequency Trading and Price Discovery. *Elsevier*, 175.

- Carrion. (2013). Very Fast Money: High-Frequency Trading on the NASDAQ. *Journal of Financial Markets*, 681.
- Cartea ve Jaimungal. (2013). Modelling Asset Prices for Algorithmic and High Frequency Trading. *University College London, University of Toronto*, 512.
- Cartea ve Jaimungal. (2015). Algorithmic Trading with Learning. *SSRN*, 11.
- Cartea ve Penalva. (2011). Where is the Value in High Frequency Trading? *Banco De Espana*, 9.
- Cartea, Jaimungal ve Ricci. (2013). Modelling Asset Prices for Algorithmic and High-Frequency Trading. *Applied Mathematical Finance*, 527.
- Cespa ve Vives. (2017). High Frequency Trading and Fragility. *European Central Bank*, 9.
- Chung ve Lee. (2012). High Frequency Trading: Review of the Literature and Regulatory Initiatives Around the World. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 8.
- Cvitanic ve Kirilenko. (2010). High Frequency Traders and Asset Prices. *SSRN*, 6.
- Çetinkaya (2017). Çetinkaya'dan Borsa İstanbul'un Hedefleri ve 2018 Projeleri. <https://www.borsagundem.com/foto-haber/cetinkayadan-borsa-istanbulun-hedefleri-ve-2018-projeleri/1246500/4>
- Dickev ve Piotroski. (2014). The Long-Run Stock Returns Following Bond Ratings Changes. *Journal of Finance*, 174.
- Easley, Prado ve O'hara. (2011). High Frequency Trading: New Realities for Traders, Markets and Regulators. *Risk Books*, 15.
- Egginton, Ness B.ve Ness R. (2016). Quote Stuffing. *SSRN*, 586.
- Ersan, O. & Ekinci, C. (2016). Algorithmic and High Frequency Trading in Borsa İstanbul. *Borsa İstanbul Review*, 16(4), 233-248.
- Ekinci, C. & Ersan. O. (2018). A New Approach for Detecting High-Frequency Trading From Order and Trade Data. *Finance Research Letters*, 24, 313-320.

- Ersan, O. & Ekinçi, C. (2021). High Frequency Trading and Market Quality: Case of a "Slightly Exposed" Market, Devam Eden Çalışma.
- Gao ve Mizrach. (2016). Market Quality Breakdowns in Equities. *SSRN*, 16.
- Gerig. (2015). High-Frequency Trading Synchronizes Prices in Financial Markets. *SEC*, 1.
- Golub, Keane ve Poon. (2012). High Frequency Trading and Mini Flash Crashes. *SSRN*, 2.
- Hagströmer ve Norden. (2013). The Diversity of High Frequency Traders. *SSRN*, 741.
- Hasbrouck ve Saar. (2009). Technology and Liquidity Provision: The Blurring of Traditional Definitions. *Journal of Financial Markets*, 161.
- Hasbrouck ve Saar. (2013). Low-Latency Trading. *Journal of Financial Markets*, 143.
- Hautsch, Noe ve Zhang. (2017). The Ambivalent Role of High Frequency Trading in Turbulent Market Periods. *SSRN*, 6.
- Hendershott ve Riordan . (2009). Algorithmic Trading and Information. *SSRN*, 175.
- Hendershott, Jones ve Menkveld. (2011). Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?. *The Journal of Finance*, 6.
- IOSCO. (2011). Regulatory Issues Raised by the Impact of Technological Changes on Market Integrity and Efficiency, 14.
- Jarnecic ve Snape. (2014). The Provision of Liquidity by High Frequency Participants. *Financial Review*, 372.
- Jovanovic ve Menkveld. (2016). Middlemen in Limit Order Markets. *SSRN*, 407.
- Kervel ve Menkveld. (2019). High-Frequency Trading around Large Institutional Orders. *The Journal of Finance*, 1135.
- Kirilenko, Kyle, Samadi ve Tuzun. (2017). The Flash Crash: High Frequency Trading in an Electronic Market. *The Journal of Finance*, 970.

- Kirilenko ve Lo. (2013). Moore's Law vs. Murphy's Law: Algorithmic Trading and Its Discontents. *Journal of Economic Perspectives*, 58.
- Korajczyk ve Murphy. (2015). High Frequency Market Making to Large Institutional Trades. *The Review of Financial Studies*, 1038.
- Lattemann ve Loos. (2012). High Frequency Trading: Costs and Benefits in Securities Trading and its Necessity. *Jacob University, Saarland University*, 93.
- Laughlin. (2014). Insights Into High Frequency Trading From the Virtu Initial Public Offering. *The Wall Street Journal*, 2.
- Leal, Napoletano, Roventini ve Fagiolo. (2015). Rock Around the Clock: An Agent Based Model of Low and High Frequency Trading. *Journal of Evolutionary Economics*, 50.
- Leal, Napoletano, Roventini ve Fagiolo. (2015). Rock Around the Clock: An Agent-Based Model. *Journal of Evolutionary Economics*, 54.
- Leal, Napoletano, Roventini ve Fagiolo. (2015). Rock Around the Clock: An Agent Based Model of Low and High Frequency Trading. *Journal of Evolutionary Economics*, 69.
- Lee. (2015). High Frequency Trading in the Korean Index Futures Market. *Journal of Future Markets*, 31.
- Lewis. (2014). Flash Boys: A wall Street Revolt. *W.W. Norton & Company*, 564.
- Madhavan. (2012). Exchange-Traded Funds, Market Structure and the Flash Crash. *SSRN*, 31.
- Mahmoodzadeh, Hirschey ve Gençay. (2017). Human vs. High Frequency Traders, Penny Jumping and Tick Size. *Journal of Banking & Finance*, 69-82.
- Martinez ve Rosu. (2013). High Frequency Traders, News and Volatility - Invited Talk. *SSRN*, 28.
- Menkveld. (2013). High Frequency Trading and the New Market Makers. *Journal of Financial Markets*, 737.



- O'Hara. (2015). High Frequency Market Microstructure. *Sage Hall Cornell University*, 259.
- Partington, Philip ve Kwan. (2015). Is High Frequency Trading Beneficial to Market Quality?. *SSRN*, 83.
- Popper. (2012). High-Speed Trading No Longer Hurling Forward. *New York Times*. <https://www.cnbc.com/2012/10/15/highspeed-trading-no-longer-hurling-forward.html>
- Raman, Robe ve Yadav. (2014). Electronic Market Makers, Trader Anonymity and Market Fragility. *SSRN*, 1.
- Raman. (2014). High Frequency Trading: A Bibliography. *CFTC*, 5.
- Uzman Para, Milliyet (2018). Dünya Borsalarının Değeri 80 Trilyon \$'ı Aştı. <https://uzmanpara.milliyet.com.tr/haber-detay/gundem2/dunya-borsalarinin-degeri-80-trilyon-dolari-asti/78000/78229/>
- Weller. (2012). The Diversity of High Frequency Traders. *Journal of Financial Markets*, 751.
- Wu, Liu H., Liu C. ve Long. (2020). Determining the Information Share of Liquidity and Order Flows in Extreme Price Movements. *Elsevier*, 560.
- Wu, Liu H., Liu C. ve Long. (2020). Determining the Information Share of Liquidity and Order Flows in Extreme Price Movements. *Elsevier*, 568.
- Yagi, Masuda ve Mizuta. (2020). Analysis of the Impact of High-Frequency Trading on Artificial Market Liquidity. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9.
- Ye, Yao ve Gai. (2013). The Externalities of High Frequency Trading. *SSRN*, 4.
- Zhang. (2010). High Frequency Trading, Stock Volatility and Price Discovery. *SSRN*, 5.

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı : İrem DAŞTAN

### **Eğitim Durumu**

Lisans Öğrenimi : Beykent Üniversitesi – İşletme Mühendisliği  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Yıldız Teknik Üniversitesi – Modern Parasal İktisat  
Kadir Has Üniversitesi – Finans Mühendisliği  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Fransızca

### **İş Deneyimi**

Çalıştığı Kurumlar ve Tarihleri : Lukoil Eurasia Petrol A.Ş. - 2014  
Betek Boya Kimya ve Sanayi A.Ş. - 2015  
Mudo Satış Mağazaları A.Ş. - 2016  
Boyner Büyük Mağazacılık A.Ş. - 2016