

**FINANŞAL PİYASALARDA ALGORİTMİK TİCARET İÇİN  
SÜREKLİ ALIM SATIM STRATEJİSİ ÖNERİSİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Doktora Tezi  
İşletme Ana Bilim Dalı  
Genel İşletme Doktora Programı**

---

**Ahmet KOÇ**

**Danışman: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ**

**Temmuz 2024  
DENİZLİ**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Ahmet KOÇ

## ÖN SÖZ

Doktora tez çalışmam boyunca elinden gelen her türlü desteği sağlayan, çalışmamın her aşamasında vermiş olduğu öneriler ve sağladığı önemli bilimsel katkılar için saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Ayşegül TUŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Doktora tez çalışmam boyunca fikirleri ve deneyimleri ile bana destek olan ve yol gösteren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Hakan AYGÖREN'e, Prof. Dr. Esra AYTAÇ ADALI'ya, Prof. Dr. İsmail ÇELİK'e ve Dr. Öğr. Üyesi Yavuz DEMİRDÖĞEN'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tezin uygulama bölümündeki önemli katkılarından dolayı saygıdeğer arkadaşım Öğr. Gör. Abdülkadir ŞAHİNER'e ne kadar teşekkür etsem azdır.

Son olarak, beni bugünlere getiren canım aileme ve desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili eşim Hacer KOÇ'a sonsuz teşekkürler.

## ÖZET

### FİNANSAL PİYASALARDA ALGORİTMİK TİCARET İÇİN SÜREKLİ ALIM SATIM STRATEJİSİ ÖNERİSİ

Koç, Ahmet  
Doktora Tezi  
İşletme ABD  
Genel İşletme Doktora Programı  
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

Temmuz 2024, VIII+129 sayfa

Algoritmalar, farklı problemlere çözüm getiren ve bunu belli bir sistematik dahilinde gerçekleştiren yapılardır. Uzun süreden beri hayatımızın birçok alanında mevcut olan ve etkileri görülen algoritmaların kullanım alanları, gün geçtikçe teknolojinin de büyük bir hızla ilerlemesi ile artmaktadır. Doğal olarak finans piyasalarında da algoritmalar ve bilgisayarlar yoğun kullanılmaktadır. Piyasa verilerindeki modelleri inceleyerek eğilimleri belirleyen teknik analiz, finans piyasalarının bu teknolojik gelişmelere ayak uydurması sonucu “robot” olarak ifade edilen ve içlerinde algoritmalar kullanılan otomatik işlemlerin yapıldığı bir yöntem haline gelmiştir. Yatırımcılar, yatırım kararları verirken algoritmik sistem geliştirmek durumunda kalmaktadır. Algoritmik ticaret (AT) sistemleri, yatırım stratejileri belirlenirken yatırımcı psikolojisinin etkilerini azaltan mekanik sistemlerdir.

Bu çalışmada AT'nin strateji geliştirme ve seçimine ilişkin kararların verilmesinde uygulanabilir bir yöntem olup olmadığını belirlemek amacıyla bir strateji geliştirilmiştir. Sürekli alım satım (continuous trading) olarak adlandırılan bu strateji, Borsa İstanbul (BİST) hisse senedi takas piyasası verileri kullanılarak AT işlemlerine uygulanmıştır. Uygulamada kullanılan stratejinin kodlaması yapılmış, veri tabanı oluşturulmuş ve strateji, robota bağlanmıştır. Robotun yaptığı tüm işlemler ve alınan getiriler, veri tabanına kaydedilmiştir. Sürekli alım satım stratejisinin BİST30 endeksindeki hisse senetleri üzerinde AT için uygulanabilirliği test edilmiş ve yorumlanmıştır. Önerilen strateji, yatay ve düşen piyasada başarılı olurken yükselen piyasada aynı başarıyı gösterememiştir. Ayrıca Markowitz (1952)'in modern portföy teorisine göre ortalama varyans modeli ile oluşan çeşitli portföylerin getiri oranları incelenmiştir. Bununla birlikte BİST30 endeksinin bu strateji ile etkin piyasa hipotezi (EPH)'ne uygun olup olmadığı araştırılmış, piyasa üstü getiri elde edilebildiği için hipotez desteklenmemiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Algoritmik Ticaret (AT), Sürekli Alım Satım Stratejisi, AT Stratejileri, Hisse Senedi, Borsa İstanbul (BİST)

## ABSTRACT

### CONTINUOUS TRADING STRATEGY PROPOSAL FOR ALGORITHMIC TRADING IN FINANCIAL MARKETS

**KOÇ, Ahmet**  
**Doctoral Thesis**  
**Business Administration Department**  
**PhD. in Business Administration**  
**Adviser of Thesis: Assoc. Prof. Ayşegül TUŞ**

**July 2024, VIII+129 Pages**

Algorithms are structures that provide solutions to different problems and do so within a systematic framework. Algorithms have been present in many areas of our lives for a long time, and their usage is increasing rapidly with the fast-paced advancement of technology. Naturally, algorithms and computers are also heavily utilized in financial markets. Technical analysis, which examines patterns in market data to determine trends, has evolved into a method involving automatic transactions performed by 'robots' that use algorithms, as financial markets keep up with these technological developments. Investors need to develop algorithmic systems when making investment decisions. Algorithmic trading (AT) systems are mechanical systems that reduce the impact of investor psychology when determining investment strategies.

In this study, a strategy was developed to determine whether AT is an applicable method for making decisions related to strategy development and selection. This strategy, called continuous trading, was applied to AT transactions using the stock exchange market data of Borsa İstanbul (BIST). The coding of the strategy used in the application was done, a database was created, and the strategy was connected to a robot. All transactions made by the robot and the returns obtained were recorded in the database. The applicability of the continuous trading strategy for AT on the stocks in the BIST30 index was tested and interpreted. The proposed strategy was successful in flat and declining markets but did not show the same success in rising markets. Additionally, according to Markowitz's (1952) modern portfolio theory, the returns of various portfolios formed with the mean variance model have been examined. In addition, it has been investigated whether the BIST30 index aligns with the efficient market hypothesis (EMH) using this strategy. Since it is possible to obtain above-market returns, the hypothesis has not been supported..

**Keywords: Algorithmic Trading (AT), Continuous Trading Strategy, AT Strategies, Stock, Istanbul Stock Exchange (ISE)**

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ .....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### PIYASA ETKİNLİĞİ AÇISINDAN ALGORİTMİK TİCARET

1.1. Etkin Piyasa Hipotezi.....	6
1.2. Markowitz'in Ortalama Varyans Modeli .....	8
1.3. "Algoritma" ve "Algoritmik Ticaret" Kavramı .....	12
1.4. Algoritmik Ticaretin Avantajları, Dezavantajları ve Riskleri.....	14
1.5. Yüksek Frekanslı Ticaret.....	19
1.6. Literatür Taraması .....	21
1.7. Algoritmik Ticaretin Finansal Piyasalar Üzerindeki Etkisi .....	37
1.7.1. Algoritmik Ticaretin Likitide Üzerindeki Etkisi .....	38
1.7.2. Algoritmik Ticaretin Volatilite Üzerindeki Etkisi.....	39
1.7.3. Algoritmik Ticaretin Fiyat Keşfi Üzerindeki Etkisi .....	40

## İKİNCİ BÖLÜM

### ALGORİTMİK TİCARET STRATEJİLERİ

2.1. Algoritmik Ticaret Stratejilerinin Oluşturulma Süreci.....	49
2.2. Stratejilerin Verimliliğini Arttırmak için Kullanılan Faktörler .....	50
2.3. Algoritmik Ticaret Stratejilerinin Robota Dönüşmesi .....	51
2.3.1. Algoritmik Ticaret ve Fintekler .....	52
2.3.2. Algoritmik Ticarete Kullanılan Robot Türleri.....	55

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### UYGULAMA

3.1. Sürekli Alım Satım Stratejisi.....	57
3.1.1. Veri Tabanı Yapısı.....	59
3.1.2. Stratejiye Göre Yapılan İşlemler ve Hacim İlişkisi .....	62
3.1.3. Stratejinin Canlı Test Süreci .....	68

3.1.4. Risk Yönetimi.....	69
3.2. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	80
3.3. Bulgular.....	81
SONUÇ .....	93
KAYNAKLAR.....	96
EKLER.....	106
ÖZGEÇMİŞ .....	129

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Etkin Sınır .....	9
Şekil 2. AT Çalışma Ekranı Örneği .....	13
Şekil 3. Kademe Robotunun Excel Dosya Örneği .....	56
Şekil 4. Test Esnasında Yapılan Alım Satım İşlemleri .....	65
Şekil 5. Uygulama Esnasında Yapılan Alım Satım İşlemleri .....	67
Şekil 6. Hacim Göstergeli BİST100 Endeksi .....	68
Şekil 7. Portföylerin Getiri Risk İlişkisi .....	75
Şekil 8. Etkin Sınır .....	75
Şekil 9. Sistemin Çalışma Şeması .....	79
Şekil 10. AKBNK Hisse Senedi .....	82
Şekil 11. BİST100 Endeksi .....	90
Şekil 12. BİST30 Endeksi .....	91



## TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Hisse Senetleri ve Beta Değerleri .....	58
Tablo 2. Kurallar Sayfası .....	60
Tablo 3. Alınanlar Sayfası .....	61
Tablo 4. Kâr Sayfası .....	62
Tablo 5. Test Robotu Tarafından Yapılan Tüm Alım Satım İşlemlerinin Dağılımı .....	64
Tablo 6. Uygulama Robotu Tarafından Yapılan Tüm Alım Satım İşlemlerinin Dağılımı .....	66
Tablo 7. Test ve Uygulama Dönemlerinde Yapılan Tüm İşlemlerin Gerçekleşme Oranı .....	67
Tablo 8. ALKİM Hisse Senedinin Değişik Alım Satım Oranları ile Canlı Test Sonuçları .....	69
Tablo 9. Hisse Senetlerinin Getiri ve Risk Oranları .....	71
Tablo 10. Portföylerin Hisse Ağırlıkları, Getiri, Risk ve Getiri/Risk Oranları.	72
Tablo 11. Farklı Risk Oranlarına Göre Oluşturulan Portföylerin Hisse Ağırlıkları, Getiri ve Getiri/Risk Oranları .....	74
Tablo 12. Paylarda ve Yeni Pay Alma Hakkı Kuponlarında Uygulanan Temel Fiyat Aralıkları ve Fiyat Adımları .....	79
Tablo 13. AKBNK Hisse Senedi.....	82
Tablo 14. Özet İstatistikler .....	83
Tablo 15. Hisse Senetlerinin Sistem Getiri Oranları ile Pasif Getiri Oranları Arasındaki Farklar .....	87
Tablo 16: Uygulama Döneminde Hisse Senetlerinde Satış İşlem Sayıları, En Küçük- En Büyük Alış Fiyatları ve Zirve Dip Arası Fark Oranları .....	89
Tablo 17. Farklı Yatırımların Getiri Oranları .....	90
Tablo 18. Farklı Portföylerin Getiri Oranları .....	92

## KISALTMALAR DİZİNİ

APH	Adaptif Piyasa Hipotezi
API	Application Programming Interface
AT	Algoritmik Ticaret
BİST	Borsa İstanbul
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CCI	Commodity Channel Index
CNN	Convolutional Neural Network
DEMA	Double Exponential Moving Average
DI	Directional Index
DNN	Dendritic Neural Network
EMH	Efficient Market Hypothesis
EPH	Etkin Piyasa Hipotezi
FTSE	Financial Times Stock Exchange
FVS	Finansal Veri Sağlayıcısı
GRU	Gated Recurrent Unit
HFT	High Frequency Trading
ISE	İstanbul Stock Exchange
İAB	İstanbul Altın Borsası
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
LSTM	Long Short Term Memory
MA	Moving Average
MACD	Moving Average Convergence Divergence
MLP	Multi Layer Perception
RSI	Relative Strength Index
SMI	Stochastic Momentum Index
SPY	SPDR S&P 500 ETF Trust
TAIEX	Taiwan Weighted Stock Exchange Index
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
VOB	Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası
YFT	Yüksek Frekanslı Ticaret

## GİRİŞ

Algoritmik ticaret (AT), son yıllarda finansal piyasalarda oldukça popüler olmuştur. Geleneksel yatırım yöntemleri yerine AT stratejileri kullanılarak piyasalarda alım satım işlemleri yapmak, birçok yatırımcı için tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Özellikle yüksek frekanslı ticaret (YFT) (High frequency trading-HFT) ve büyük veri analiziyle birlikte AT stratejileri, finansal piyasalarda daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (Brogaard, 2010: 4).

AT, alım ve satım kararlarını önceden tanımlanmış kurallar ve matematiksel modeller üzerinden gerçekleştirerek yatırımcılara daha disiplinli ve duygusal olmayan bir yaklaşım sunar (Hasbrouck, 2007: 5). Günümüz finansal piyasalarında otomatik AT stratejileri ile geleneksel manuel işlem yöntemlerine göre daha hızlı ve etkili sonuçlar elde edilir (Menkhoff ve Taylor, 2007: 936). Bu stratejiler, piyasadaki fırsatları daha hızlı tespit edebilir ve ani fiyat dalgalanmalarından faydalanarak kâr elde etme potansiyeli sağlar (Menkveld, 2013: 712).

AT stratejilerinin önemi, sadece hızlı ve doğru işlemler yapma yeteneğiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda risk yönetimi, portföy çeşitlendirmesi ve piyasa likiditesi gibi konularda da önemli avantajlar sağlayabilir (Hendershott vd., 2011: 5). Bu nedenle finansal piyasalarda başarılı yatırım yapmak isteyen yatırımcılar için AT stratejilerinin tasarımı ve geliştirilmesi, büyük bir öneme sahiptir.

AT, finansal dünyada çağa ayak uydurarak piyasa hareketlerini anında analiz etme ve stratejilere dayalı kararlar alma yeteneği sunar. Duyguların, ticaret kararlarına müdahale etmesini engelleyen bu yöntem, daha objektif ve sağlam kararların alınmasına olanak tanır. Zamanla gelişen bu yöntem, belirli ticaret stratejileri ile yatırımcılara, sürekli piyasa takibinden kurtulma ve işlemlerinde belirli bir sistematik bir yapı imkânı sağlar. Bu sayede yatırımcılar, daha rahat bir şekilde stratejilerini uygulayabilir ve piyasalara hızlı bir reaksiyon gösterebilir. AT, etkili ve verimli işlem yapma arayışında olan birçok yatırımcı için son derece çekici bir alternatif haline gelmiştir.

Piyasalarda alım satım işlemleri gerçekleştirirken yararlanılan teknik analizin kendine özgü göstergeleri mevcuttur. Ancak teknik analiz göstergelerine dayalı sistemlerinin çoğu, yatay piyasa koşullarında etkili değildir. Bu tür sistemlerde, trend dönemlerinde belirli bir başarı sağlanabilirken özellikle yatay piyasada zarar edilebilmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında yükselen ve düşen piyasada olduğu

kadar yatay piyasa koşullarında da çalışabilen bir stratejinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu tez çalışmasında AT, AT strateji türleri, bu stratejilerin tasarımı ve geliştirilmesi için gereken adımlar incelenmiştir. Önerilen sürekli alım satım stratejisinin nasıl geliştirildiği ve uygulanabileceği gösterilmiştir. Bu strateji, bir AT robotuna dönüştürülmüştür. AT robotunun tasarımı ve gereksinimleri, ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Uygulama, Borsa İstanbul (BİST) hisse senedi piyasasında gerçekleştirilmiş ve robotun gerçekleştirdiği işlemler ile stratejinin performansı değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması, AT'nin strateji geliştirme ve uygulama süreçlerini inceleyerek finansal piyasalarda alım satım işlemlerini otomatikleştirmek isteyen yatırımcılar için bir rehber niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda, gerçek piyasalarda yapılan işlemlerle elde edilen sonuçlar, AT'nin potansiyelini ve etkinliğini vurgulamaktadır.

Yapılan tez çalışması, giriş ve sonuç bölümleri hariç üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ilk olarak etkin piyasa hipotezi (EPH) ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Portföy seçiminde kullanılan Markowitz'in ortalama varyans modeli, "algoritma" ve "algoritmik ticaret" kavramları, AT'nin avantajları, dezavantajları ve riskleri anlatılmıştır. Daha sonra YFT incelenerek dünya genelinde ve Türkiye'de AT'nin durumu, tarihçesi ve literatürdeki yeri gözden geçirilmiştir. AT'nin finansal piyasalar üzerindeki etkilerini incelemek için volatilité, likidite ve fiyat keşfi gibi önemli konular üzerinde odaklanılmış ve AT'nin bu faktörlere olan etkileri incelenmiştir.

İkinci bölümde, AT stratejilerine odaklanılmıştır. AT stratejilerinin ne olduğu, bu stratejilerin nasıl oluşturulduğu ve verimliliklerini arttırmak için kullanılan faktörler incelenmiştir. Daha sonra AT stratejilerinin nasıl robotlara dönüştürüldüğü ve AT robotları oluşturmak için gereksinimler ele alınmıştır. Finansal veri sağlayıcıları (FVS'ler), uygulama programlama arayüzleri (application programming interface-API) kullanımı ve farklı AT robot türleri, bu bölümde detaylı bir şekilde tartışılmıştır.

Uygulama bölümü olan üçüncü bölümde, mevcut literatürdeki boşlukları dolduracak ve literatürün ilerlemesine katkı sağlayacak "sürekli alım satım" adı altında yeni bir AT stratejisi geliştirilmiştir. Ayrıca risk yönetimi, veri tabanı yapısı, araştırmanın kapsamı ve sınırlılıkları bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Geliştirilen strateji, robota bağlanarak BİST30 hisse senetlerinde gerçek piyasa verileri ile canlı alım satım

işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ardından, gerçekleştirilen işlemlerin sonuçları analiz edilmiştir. Bulgular, bu stratejinin performansı hakkında ayrıntılı bilgi sunmuştur.

Sonuç bölümünde, yapılan araştırmanın genel sonuçları özetlenerek elde edilen bulguların AT alanındaki önemi vurgulanmıştır. Ayrıca bu bölümde, konu ile ilgili gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler dikkate alınarak sonraki çalışmalarda daha derinlemesine ve kapsamlı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir. Yapılan bu tez çalışmasının ilgili sektörlerdeki uygulayıcılar ve politika yapıcılar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### PIYASA ETKİNLİĞİ AÇISINDAN ALGORİTMİK TİCARET

Etkin Piyasa Hipotezi (EPH), finansal piyasaların tüm mevcut bilgiyi yansıttığını ve bu nedenle hiçbir yatırımcının sürekli olarak piyasa üzerinde üstün getiri elde edemeyeceğini öne sürer. Eugene Fama tarafından 1970'te ortaya atılan bu hipotez, uzun yıllar boyunca finans literatüründe geniş bir kabul görmüştür. Ancak, zamanla yapılan araştırmalar ve yaşanan finansal olaylar, EPH'nin geçerliliğini sorgulayan birçok eleştiriyi beraberinde getirmiştir.

EPH'ye yönelik eleştirilerin başında, piyasada gözlemlenen anomaliler gelmektedir. Anomaliler, teorik olarak piyasa etkinliği ile uyuşmayan ve anormal getirilere yol açan durumlardır. DeBondt ve Thaler (1985) tarafından yapılan çalışma, uzun vadede bireysel hisse senetlerinde belirgin anomaliler olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, üç ila beş yıllık dönemlerde iyi performans gösteren hisse senetlerinin sonraki yıllarda negatif getiri sağladığı, düşük performans gösteren hisse senetlerinin ise ortalama fiyatlarına döndüğünde pozitif getiriler elde ettiği tespit edilmiştir. Buna karşın düşük performans gösteren hisse senetlerinin fiyatları, ortalama fiyatlarına dönme eğiliminde olduğunda pozitif fazla getiriler ortaya çıkmaktadır. Summers (1992) ise fiyatların kısa ya da uzun vadeli temel dalgalanmalardan uzaklaşabileceğini ifade etmektedir. Bu durumu destekleyen bir başka çalışma ise Jegadeesh ve Titman (1993) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, üç/on iki aylık aralıklarla nispeten yüksek veya düşük getiri elde eden hisse senetlerinin, sonraki üç/on iki ay boyunca aynı eğilimi sürdürdüğü görülmüştür. Bu bulgular, piyasaların her zaman rasyonel davranmadığını ve yatırımcıların aşırı tepki veya yetersiz tepki verdiğini göstermektedir.

Finansal balonlar ve çöküşler, EPH'nin piyasa fiyatlarının her zaman mevcut bilgiyi yansıttığı iddiasına büyük ölçüde zarar vermektedir. 1987 yılında yaşanan ve tarihe "kara pazartesi" olarak geçen borsa çöküşü, bu duruma çarpıcı bir örnektir. Hong Kong'da başlayan çöküş, önce Avrupa borsalarını, ardından ABD borsalarını vurmuş ve büyük kayıplara yol açmıştır. Bu olay, piyasa fiyatlarının bazen dış haberlere ihtiyaç duymadan kendi iç dinamikleri sonucu hareket edebileceğini göstermiştir. Benzer şekilde, 2008-2009 küresel finans krizi, milyarlarca dolarlık mortgage destekli menkul kıymetlerin değersiz hale gelmesi ve büyük yatırım bankalarının iflas etmesiyle sonuçlanmış, EPH'nin her zaman geçerli olmadığını göstermiştir.

EPH'ye yönelik eleştiriler arasında, insan psikolojisi ve davranışını odak noktası olarak alan davranışsal finans yaklaşımları da bulunmaktadır. Shiller (2003) ve Tıtan (2015) gibi araştırmacılar, yatırımcıların irrasyonel davranışlarının piyasaları etkilediğini ve bu davranışların tahmin edilebilir olduğunu öne sürmektedir. Kahneman ve Tversky (1979), bilgiyi yorumlama ve karar alma süreçlerindeki bireysel farklılıkların piyasa anomalilerine yol açtığını göstermiştir. Bu bulgular, EPH'nin rasyonel yatırımcı varsayımının gerçekçi olmadığını ortaya koymaktadır. Lo (2004), EPH'ye yönelik farklı eleştirilerin içinde, özellikle piyasadaki yatırımcıların tercih ve davranışlarına yoğunlaşan görüşlerin oldukça önemli bir noktaya temas ettiğini ifade etmektedir. Çünkü Lo (2017)'ya göre, Homo sapiens ile klasik iktisatta rasyonel davranış ve tercihlerde bulunan insanı tanımlayan Homo economicus aynı değildir. Bunun nedenleri ise rasyonelliğin kolay tanımlanabilir bir kavram olmaması, insan davranışlarının çoğunlukla öngörülemez olması, bilginin elde edilmesi ve yorumlanmasının zor ve maliyetli olması, kurum ve teknolojilerin hızlı bir şekilde değişmesidir (Farmer ve Lo, 1999: 9992). Bu doğrultuda Lo (2004), piyasa koşullarına adaptasyonun önemini vurgulayarak, etkin piyasaların da değişen şartlara ve çevreye adapte olabilmeye yeteneği ile değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Adaptif Piyasa Hipotezi (APH), bu doğrultuda EPH ile davranışsal finansın sentezi olarak öne çıkmaktadır. APH, piyasanın genel anlamda etkin olmadığını, zaman içinde bazı şartlara bağlı olarak görece etkinlik kazandığını ifade etmektedir.

AT, piyasa üzerinde anomali olarak adlandırılan ve EPH ile çelişen durumları kârlı işlemlerle değerlendirme yeteneğine sahiptir. Örneğin, momentum stratejileri ve tersine dönüş stratejileri, AT'nin sıklıkla kullandığı yöntemler arasındadır. Momentum stratejileri, belirli bir süre boyunca güçlü performans gösteren hisse senetlerinin gelecekte de bu performansı sürdüreceğini varsayar ve bu şekilde alım satım yapar. Tersine dönüş stratejileri ise aşırı tepki sonucu fiyatları düşen veya yükselen hisse senetlerinin zamanla gerçek değerlerine döneceği varsayımıyla işlem yapar. AT'nin yaygınlaşması, EPH'ye yönelik önemli eleştirilerden bir diğeridir. AT, bilgisayar algoritmaları kullanarak otomatik alım satım işlemlerini gerçekleştiren bir ticaret yöntemidir. Bu yöntem, piyasadaki likidite boşluklarını ve fiyat anormalliklerini tespit ederek avantaj sağlar. Avellaneda ve Stoikov (2008) ve Hendershott vd. (2011) gibi çalışmalar, AT'nin piyasa etkinliğini arttırdığını ve fiyat keşif sürecini hızlandırdığını göstermiştir. Ancak, bu durum aynı zamanda piyasa fiyatlarının her zaman rasyonel olmadığını ve yatırımcı psikolojisinin bu fiyatlar üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

EPH, finansal piyasaların tüm mevcut bilgiyi yansıttığını ve bu nedenle hiçbir yatırımcının sürekli olarak üstün getiri elde edemeyeceğini öne sürer. Ancak, zamanla yapılan araştırmalar ve yaşanan finansal olaylar, EPH'nin geçerliliğini sorgulayan birçok eleştiriyi beraberinde getirmiştir. Anomaliler, finansal balonlar ve çöküşler, davranışsal finans yaklaşımları ve AT'nin başarısı, EPH'nin eksikliklerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, finansal piyasaların dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için EPH'nin yeniden değerlendirilmesi ve alternatif teorilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

### **1.1. Etkin Piyasa Hipotezi**

Etkin Piyasa Hipotezi (EPH), finansal piyasalardaki varlık fiyatlarının geçerli ve ilgili tüm bilgileri hızla ve tam olarak yansıttığına ilişkin bir teoridir. Bu teori, piyasanın etkinliği ve katılımcıların rasyonel davranışı üzerine odaklanarak, finansal varlıkların gerçek değerlerini yansıttığını savunur. EPH'ye göre mevcut bilgiler, piyasa fiyatlarına hızlı bir şekilde yansıdığı için gelecekteki fiyat hareketleri tahmin edilemez ve herhangi bir analiz yöntemi ile sürekli olarak anormal getiri elde etmek mümkün değildir.

EPH, hisse senedi piyasalarının yeni bilgileri son derece etkili bir şekilde yansıttığını savunmaktadır. Yeni bilgi geldiğinde bu bilgi, hızla hisse senedi fiyatlarına yansıtılır. Dolayısıyla EPH, hangi türde teknik analiz veya temel analiz kullanılırsa kullanılsın, rastgele seçilen hisse senetleri veya portföylerden daha fazla kâr elde etmenin mümkün olmadığını belirtir (Yüksel 2016: 1-10).

EPH'nin temel varsayımlarından biri, piyasa katılımcılarının tüm mevcut bilgilere eşit erişim sağlayabileceği ve bu bilgileri hızlı bir şekilde işleyebileceği yönündedir (Aygören, 2008: 132). Bu varsayım, piyasanın etkinliğini sağlayan önemli bir faktördür. Çünkü bilgi eşitliği olmadığında veya bilgilerin etkin bir şekilde işlenemediği durumlarda piyasa etkinliği azalabilir.

EPH'nin bir diğer önemli noktası ise piyasa katılımcılarının rasyonel davranış gösterdiği ve fiyatları etkileyen tüm faktörleri dikkate aldığı varsayımdır. Bu varsayım, piyasanın her zaman doğru fiyatları yansıttığını ve piyasada sürekli olarak yanlış fiyatlanmış varlıkların olmadığını öne sürer (Kurban, 2021:11).

Sonuç olarak EPH, finansal piyasalardaki fiyat oluşum mekanizması ve yatırım stratejileri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Piyasa etkinliği konusundaki bu teori, yatırımcıların varlık fiyatlarındaki değişimleri analiz etme ve gelecekteki getirileri tahmin etme çabalarını yönlendiren temel bir prensiptir.



EPH, yatırım stratejisi olmayan bireylerin dahi yüksek risk olarak ortalama beklenen getiriyi veya daha fazlasını kazanabileceğini öne sürer (Barberis ve Thaler, 2002: 3). Fama (1970: 384-387) tarafından belirlenen fiyat oluşum süreciyle ilgili üç model mevcuttur:

- Beklenen getiri veya dürüst oyun modeli
- Submartingale modeli
- Rassal yürüyüş modeli

Beklenen getiri modeli, menkul değer beklenen getirisi ile gerçekleşen getirisinin eşit olduğunu ve mevcut bilgiler kullanılarak aşırı getiri elde etmenin mümkün olmadığını savunur. Submartingale ve rassal yürüyüş modelleri, beklenen getiri modelinin iki özel durumudur (Kıyılar, 1997: 14). Submartingale modeli, geçmiş fiyat değişikliklerinin gelecekteki fiyat değişikliklerini tahmin etmekte yararlı olmadığını ifade eder (Fama, 1970: 386). Rassal yürüyüş modeli ise menkul kıymet fiyatlarının tahmin edilebilir bir eğilim veya modele bağlı olmaksızın rastlantısal olarak değiştiğini ileri sürer (Uyar ve Uzuner, 2015: 200).

Bu fiyat oluşum modelleri, EPH'nin zayıf formda, yarı güçlü formda ve güçlü formda olmak üzere üç farklı türde sınıflandırılmasını destekler. Bu sınıflandırma, piyasanın hangi tür bilgileri yansıttığını ve katılımcıların hangi tür bilgileri kullanarak anormal getiri elde edebileceğini belirler.

*Zayıf formda etkin piyasa:* Bu tür piyasalar; geçmiş fiyat hareketleri, ticaret hacmi vb. geçmiş verileri yansıtır. Teknik analiz yöntemleri, geçmiş verileri inceleyerek anormal getiri sağlamaya çalışır. Ancak, piyasa bilgisi halka açık olduğu için bu tür analizlerle sürekli olarak anormal getiri elde etmek mümkün değildir (Sümer ve Aybar, 2016: 77).

*Yarı güçlü formda etkin piyasa:* Bu tür piyasalar, geçmiş verileri ve kamuya açık tüm mevcut bilgileri yansıtır. Bu bilgileri kullanarak, teknik ve temel analiz yöntemleri uygulanabilir, ancak piyasa tüm bilgileri hızlıca fiyatlara yansıttığı için anormal getiri elde etmek mümkün değildir. Hisse senetlerinin fiyatlarının piyasada değerlendirilme hızı, bu etkinlik türünün belirleyicisidir (Stasiulis, 2009: 3-4). Kamuya açıklanan bilgilerden önce öğrenilmesi ve bu bilginin kullanılması, yarı güçlü formda anormal getiri sağlanabilir (Bildik, 2000: 7).

*Güçlü formda etkin piyasa:* Bu tür piyasalar, geçmiş verileri, mevcut bilgileri ve içeriden bilgileri hızlı bir şekilde yansıtır. Bu tür piyasalarda ne teknik analiz ne de temel

analiz yöntemleriyle sürekli olarak anormal getiri elde etmek mümkün değildir (Sümer ve Aybar, 2016: 77-78).

Literatürde BİST üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; bazı çalışmalar BİST'in zayıf ve yarı güçlü formda etkin olmadığını, bazı çalışmalar ise zayıf formda etkin bir piyasa olduğunu savunur. Örneğin Bekçioğlu ve Ada (1985), Köse (1993), Balaban (1995), Balaban vd. (1996), Kıyılar (1997), Çevik ve Yalçın (2003), Tanrıöver ve Aslantürk Çöllü (2015), Malcıoğlu ve Aydın (2016), BİST'in zayıf ve yarı güçlü formda etkin bir piyasa olmadığını; Okur ve Çağıl (2004), Özdemir (2008), Duman, Özdemir ve Atan (2009), Zeren vd. (2013) ise zayıf formda etkin bir piyasa olduğunu ortaya koymuştur.

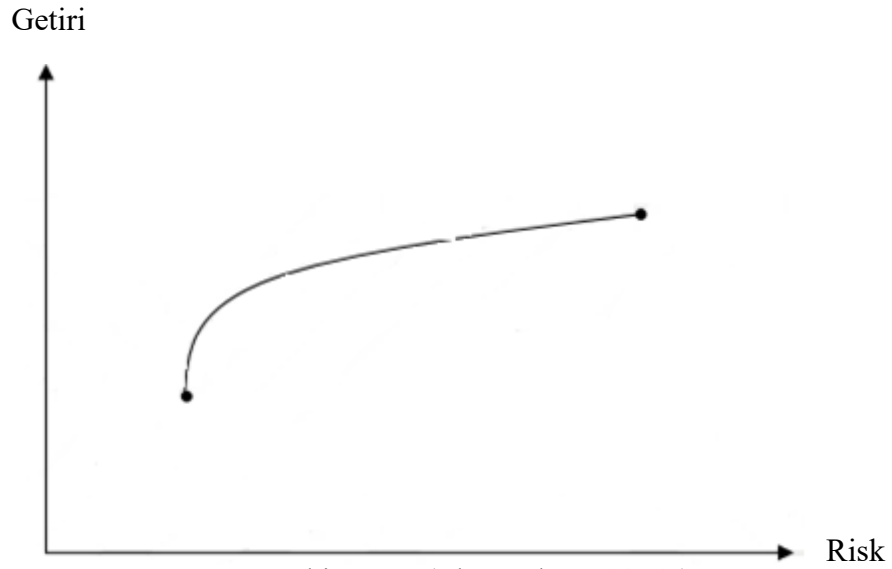
### 1.2. Markowitz'in Ortalama Varyans Modeli

Bu tez çalışmasında, önerilen stratejinin etkinliği belirleyebilmek için Markowitz'in ortalama varyans modeli ile oluşan çeşitli portföylerin getiri oranları dikkate alınarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Bu nedenle bu bölümde Markowitz'in ortalama varyans modeline yer verilmiştir. Modern portföy teorisinin temelini oluşturan Markowitz (1952)'in ortalama varyans modeli, yatırımcıların portföylerini oluştururken risk ve getiri dengesini en iyi şekilde sağlayabilmeleri için geliştirilmiş bir matematiksel modeldir. Bu model, yatırımcıların farklı varlıklara (hisse senetleri, tahviller, emtialar gibi) yatırım yaparak risklerini dağıtmalarına ve böylece daha iyi bir getiri elde etmelerine olanak tanır. Ortalama varyans modelinin varsayımları şu şekilde sıralanabilir:

- Yatırımcılar, riskten kaçınarak ve kârlılıklarını en üst düzeye çıkararak rasyonel kararlar almak isterler.
- Yatırımcılar, karar süreçlerinde gelecekteki kârlılığı ve riski dikkate alarak hareket ederler. Portföylerindeki kârlılığın ortalaması, beklenen getiri olarak adlandırılır.
- Yatırımlar, tek bir dönem için değerlendirilir ve normal bir getiri dağılımına sahiptir.

Markowitz (1952) tarafından ortaya konan modern portföy teorisinin geleneksel portföy teorisine ve önerilen diğer modellere sağladığı katkılar üç kısımda toplanabilir. Portföydeki riskin çeşitlendirme ile azaltılabileceği, varlıkların getiri-risk üstünlüğüne göre seçilmesi gerektiği ve etkin sınır ilkesidir. Modern portföy teorisi kapsamındaki ortalama varyans modelinde esas olan, hedeflenen beklenen getiriye ulaşabilmek için

getiri varyansları özelinde portföyler arasında minimum deneme sonucunda en iyi portföyü bulabilmek olarak ifade edilebilir (Bodie vd., 2013: 109). Varyans, riski belirtmekte ve iki portföy arasında getiri düzeyi eşitliği bakımından varyansı küçük olan portföy tercih edilmektedir (Kurnaz, 2019: 34). Çok sayıda finansal varlık arasından farklı seçimler ile portföyler oluşturulabilir ve bunlar, yatırım fırsatları kümesi olarak ifade edilir (Marangoz 2006: 43). Etkinlik sınırı ise getiri ve risk düzleminde en fazla getiriyi sağlayan ve en az riske sahip portföyler arasındaki etkin portföylerin yer aldığı eğri olarak ifade edilebilir (Elton vd., 2014: 68). Şekil 1’de etkin sınır grafiği görülmektedir.



Şekil 1. Etkin Sınır (Elton vd., 2014: 68)

Ortalama varyans modelinde etkin sınırın oluşturulması, yatırımcıya öngördüğü getiri düzeyine uygun portföy seçme olanağı sağlar. Böylece yatırımcı, seçtiği portföy ile ne kadar riske katlanacağını da görebilir. Ayrıca, komşu iki portföyden yararlanarak bu iki portföyün uygun kombinasyonundan oluşan bir portföy de elde edilebilir.

Ortalama varyans modeli şu şekildedir:

$$\text{Min.} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

s. t.

$$\sum_{i=1}^N x_i \mu_i \geq R$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, N$$

N: mevcut varlık sayısı

$\mu_i$ : i varlığının beklenen getirisi ( $i = 1, \dots, N$ )

$\sigma_{ij}$ : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ( $i = 1, \dots, N$ ), ( $j = 1, \dots, N$ )

i = j için i varlığının varyans değeri

R: hedeflenen beklenen getiri düzeyi

$x_i$ : i varlığının portföy içindeki oranı (karar değişkeni) ( $i = 1, \dots, N$ )

Literatür incelendiğinde portföylerin optimizasyonu ve seçimi konusunda özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çalışmaların oldukça yoğunlaştığı görülmüştür. Bu çalışmalarda ise özellikle Markowitz ortalama varyans modelinin öne çıktığını bunu ise Black-Litterman modelinin izlediği ifade edilebilir (Kurnaz, 2019: 34).

Modern portföy teorisi kapsamında ortalama varyans modelinin kullanıldığı oldukça fazla sayıda çalışmadan bazılarına ilişkin detaylar şu şekildedir:

Mishra vd. (2011), Hindistan borsası BSE'de işlem gören 9 sektör endeksini kullanarak portföyler oluşturmuş ve ortalama varyans ile Black-Litterman modellerini karşılaştırmıştır. 2004-2009 yılları arasındaki verilerin değerlendirildiği çalışma sonucunda, Black-Litterman modelinin ortalama varyans modeline göre daha iyi risk-getiri oranına sahip olduğu ifade edilmiştir.

Çalışkan (2012), ortalama varyans ve Black-Litterman modelleri ile 2003-2009 yılları arasında BİST30 endeksinde işlem gören senetlerden portföyler oluşturarak belli parametreler çerçevesinde (beta, toplam risk vb.) karşılaştırmalar yapmıştır. Çalışmada

açığa satış konusunda kısıtlama olmadığı ve bu bağlamda ortalama varyans modelinin Black-Litterman'a göre daha yüksek beta, toplam risk ve artık dalgalanma değerinde olduğu görülmüştür.

Syvertsen (2013), farklı ülkelerden Norveç piyasasındaki OBX endeksinde yer alan 5 hisse senedi ile portföy oluşturarak ortalama varyans ve Black-Litterman modellerini karşılaştırmıştır. Skor kart tekniğinin de kullanıldığı çalışmanın sonucunda, Black-Litterman modelinin daha sezgisel olduğu, uzun vadede Markowitz modelinin daha kullanışlı olduğu ifade edilmiştir.

Barijough (2014), ortalama varyans ve Black-Litterman modellerini karşılaştırmıştır. BİST'te işlem gören 40 hisse senedinin 2008-2013 yılı verileri kullanılarak portföyler oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında, Black-Litterman modelinde portföy seçimlerinde EGARCH yöntemi kullanılmakla birlikte tau katsayısı 4 farklı değerle oluşturulmuştur. Bu bağlamda çalışma sonuçlarında Black-Litterman modeli, ortalama varyans modeline göre daha iyi getiri sağlamıştır.

Cevizci (2016), 2013-2015 yılları arasında BIST30 hisse senetlerinden oluşan portföyleri, üç model ile karşılaştırmıştır. Bu modeller; ortalama varyans, shrinkage ve Black-Litterman olarak belirlenmiştir. Uygulamada modellerin açığa satış kısıtlamalarında farklı adımlar izlenmiştir. Ortalama varyans modelinde açığa satış kısıtlanmazken shrinkage modelinde kademeli olarak kısıtlanmış, Black-Litterman modelinde ise tamamen kısıtlama konulmuştur. Farklı kısıtlama tercihlerinin etkili olduğu vurgulanan çalışmada ortalama varyans modeli, en iyi getiri ve risk değerlerini verirken ikinci sırada shrinkage modeli yer almıştır ve son sırada Black Litterman modeli yer almıştır.

Eismann (2018) tarafından yapılan çalışmada İsveç borsası OMX'de işlem gören 29 hisse senedi üzerinde ortalama varyans ile Black-Litterman modelleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. 2007-2017 yılları arasındaki verilerden yararlanılan çalışmanın sonucunda, Black-Litterman modeli ile oluşturulan portföylerin daha iyi bir performans sağladığı ifade edilmiştir.

Kurnaz (2019), ortalama varyans ve Black-Litterman modellerini kullanarak BIST100 endeksi şirketlerine yönelik bir uygulama yapmıştır. Bu iki model, portföy performans ve risk ölçümleri bakımından 2008 yılı finansal krizi öncesi, kriz süreci ve sonrası olmak üzere üç aşamamada karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, genel

olarak yatırımcı bakımından Black-Litterman modelinin etkin olduğu ancak kriz sonrası dönemde ortalama varyans modelinin performans bakımında daha etkin olduğu görülmüştür.

İpek (2019), oyun teorisini kullanarak oluşturulan portföylerin getiri-risk performansını Markowitz'in modern portföy teorisi çerçevesinde uygun portföylere dönüştürmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, 2008-2017 yılları arasında BIST30 endeksinde işlem gören 26 hisse senedi karşılaştırılmıştır.

Charkasov (2019), modern portföy teorisi modellerinden Markowitz ve Sharpe modellerini BİST üzerinde uygulayarak en iyi hisse senedini belirlemeyi amaçlamıştır. BIST30 endeksi üzerinde 2017 yılı verileri çerçevesinde çalışmanın amacı kapsamında yapılan uygulama sonucunda, iki modelin de sübjektif kriterlerde oldukça etkin olduğu ve sonuçların geçmiş dönem esaslı olmasından dolayı gelecek tahminlemede kullanılamayacağı ifade edilmiştir.

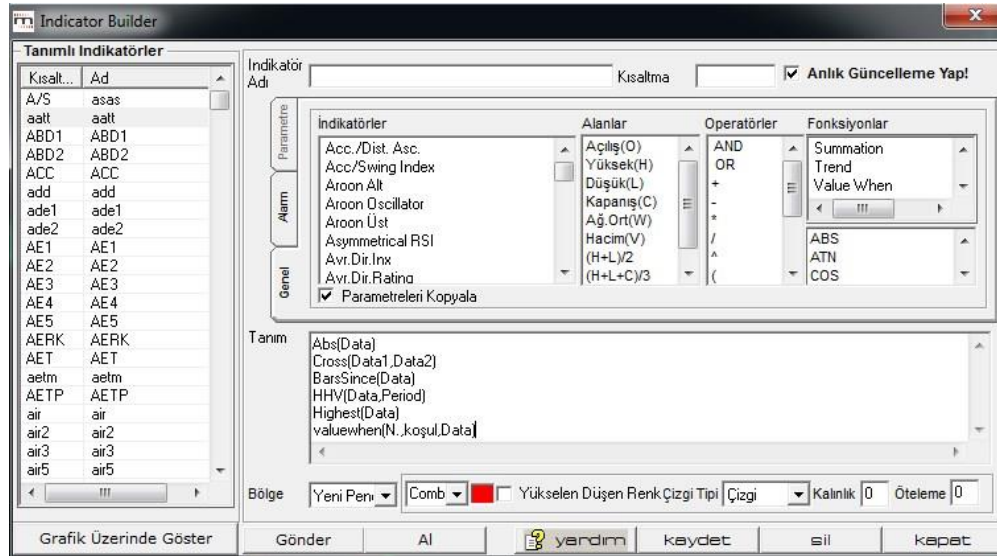
### **1.3. “Algoritma” ve “Algoritmik Ticaret” Kavramı**

Algoritmalar, farklı problemlere çözüm geliştiren ve bunu belli bir sistematik dâhilinde gerçekleştiren yapılar olarak teknolojinin ilerlemesi ile birlikte hayatımızda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Algoritma, belirli bir problemin çözümüne yönelik tanımlanmış, belirli bir başlangıç ve sona sahip mantıksal işlemler bütünü olarak tanımlanabilir (Akkaya ve Öztürk, 2020: 369). Algoritma kavramı ile ilgili literatürde farklı araştırmacılar tarafından farklı tanımlamalar yapıldığı görülmektedir. Bu tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

Futschek (2006)'e göre algoritma; problemin tanımlanması, analiz edilmesi, çözüme yönelik temel işlemlerin belirlenmesi ve buna uygun olarak doğru adımların belirlenmesidir. Choi vd. (2016)'ye göre algoritma; problem çözme sürecinin ve sonucunun verimliliğini artırma adına kullanılan en etkin yöntemidir. Akçay ve Çoklar (2016) ise algoritmaları, sadece bilgisayarlar üzerinde çalışan kodlama ürünleri olmayıp hayatımızın tüm süreçlerinde kullanılan problem çözme yöntemleri olarak tanımlamıştır.

Algoritmaların etkili olduğu alanlardan biri de yatırım süreçleridir. Teknolojik gelişmelerin bir ürünü olan algoritmaların finans sektöründe de etkinliğini artırarak avantaj sağladığı görülmektedir. Algoritma esaslı finansal işlemlerden olan algoritmik ticaret (AT), finansal piyasalarda bazı değişkenler (zaman, fiyat vb.) kapsamında programlanmış borsa emirleri olarak ifade edilebilir. Şekil 2'de bir AT çalışma örneği

olarak gösterge hazırlama sayfası görülmektedir. Bu ekran ile teknik analiz göstergelerini kullanarak bireysel ihtiyaca göre istenilen gösterge oluşturularak kişiselleştirebilir.



Şekil 2. AT Çalışma Ekranı Örneği (Er, 2019: 1)

AT, finansal piyasalarda yatırım yapmak için yazılım programları kullanarak manuel veya otomatik işlem yürüten bir yöntemdir. Bu yaklaşım, belirlenen talimatlar doğrultusunda alım satım işlemlerini gerçekleştirir ve insan müdahalesine ihtiyaç duymaz. Fiyat değişikliklerine veya diğer piyasa koşullarına hızlı ve hassas şekilde tepki vererek ticari kararları uygular.

Genel olarak dünyada oldukça yaygın kullanılan AT'nin ülkemizde yakın sayılabilecek bir geçmişte etkisini arttırdığı söylenebilir. Artan veri miktarına dayalı işlemler yapmak, bireysel hataları arttırabilir. Bu durumda, AT gibi sistemlerle kazancın maksimize edilmesi ve hataların minimize edilmesi ihtiyacı ortaya çıkar. AT, önceden belirlenmiş kurallar ve matematiksel algoritmalar kullanarak finansal piyasalarda işlem yapmak için kullanılan bir yazılım sistemidir. Yazılım ve matematik, AT'nin ikiz dilleridir (Chan, 2013: 12). Başka bir deyişle AT sistemleri, yatırımcıların piyasayı sürekli olarak izlemesini ve manuel olarak alım satım kararları vermesini gerektirmeyen, bunun yerine sürekli olarak piyasa verilerini izleyen, veri analizi gerçekleştiren, sinyalleri analiz eden ve ticaret işlemlerini gerçekleştiren yazılım sistemleridir. Finansal işlemlerin birçoğu; opsiyon fiyatlandırması, algoritmik yürütme ve risk izleme gibi önceden belirlenmiş kurallara dayalı kararları gerektirir. Bu alanda, otomasyon geniş ölçüde benimsenir ve finansal piyasaları son derece hızlı ve yoğun bir şekilde bağlı bilgi ağlarına dönüştürür.

Bu görevleri yerine getirirken makinelerden, kuralları en hızlı şekilde takip etmeleri beklenir. Yüksek frekanslı ticaret (YFT), bunun önemli bir örneğidir (De Prado, 2018: 14).

#### **1.4. Algoritmik Ticaretin Avantajları, Dezavantajları ve Riskleri**

AT, günümüzün hızla değişen ve gelişen finansal pazarlarında giderek artan bir ilgi ve kabul görmektedir. AT, karmaşık algoritmalar ve bilgisayar programları aracılığıyla finansal enstrümanlar ile ticaret yapmayı içerir. Bu gelişmiş ticaret yaklaşımı, piyasa verilerini anlık olarak analiz etme ve bu verileri kullanarak hızlı ve doğru ticaret kararları alma yeteneği sağlayarak yatırımcılara ve finansal kurumlara önemli avantajlar sunmaktadır. AT'nin avantajları şu şekilde özetlenebilir (Brogaard vd., 2014: 2270; Kissel, 2013: 3-5; Kissel, 2020: 25; Hekim, 2022: 6-9; Hendershott vd., 2011: 23):

- *Hız:* AT, insanlardan daha hızlı kararlar verir ve işlem yapar. Bu, yatırımcıların anlık fiyat değişikliklerine hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesine olanak tanır.
- *Tutarlılık:* AT, yatırımcıların işlemlerinde disiplinli ve tutarlı bir yaklaşım benimsemelerini sağlar. Bu, yatırımcıların duygusal tepkileri nedeniyle yanlış kararlar almalarının önüne geçer.
- *Analiz ve optimizasyon:* AT, yatırımcıların finansal piyasalardaki büyük miktarda veriyi analiz etmelerine ve yatırım stratejilerini optimize etmelerine olanak tanır. Bu, yatırımcıların daha iyi ve daha kârlı yatırım kararları vermelerine yardımcı olur.
- *Geri test etme:* AT, yatırımcıların geçmiş piyasa verilerini kullanarak stratejilerini geri test etmelerine olanak tanır. Bu, yatırımcıların stratejilerini daha iyi anlamalarına ve gelecekteki performanslarını daha iyi tahmin etmelerine yardımcı olur.
- *Rekabet avantajı:* AT'nin geleneksel ticarete göre belirgin bir rekabet avantajı vardır. Ayrıca yeni algoritmaların oluşturulması ve test edilmesi, önemli zaman ve masraf gerektirdiği için mevcut algoritmaların bazıları, artan bilgi akışına yanıt olarak yeni algoritmalara göre rekabet avantajına sahip olmuş olabilir.
- *Düşük komisyonlar:* AT, manuel işlemlere kıyasla daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilir. Algoritmalarla otomatik olarak işlem yapıldığında insan faktörü ortadan kalkar. Böylece işlem maliyetleri azalır ve daha düşük komisyonlarla ticaret yapılır. Aracı kurumlar, genellikle manuel işlemlerde robot işlemlere göre iki ile dört kat arası fazla komisyon almaktadır.



- *Minimum bilgi sızıntısı:* Algoritmalar, işlem yaparken duygusal etkilere sahip olmadıkları için kararlarını objektif bir şekilde verir. Bu da bilgi sızıntısının minimum düzeyde kalmasını sağlar. İnsanlar arasında bilgi sızıntısı veya ticaret stratejilerini paylaşma riski bulunabilirken algoritmalar, bu tür riskleri ortadan kaldırır

AT'nin getirdiği bu avantajlar yanında dezavantajlar da bulunmaktadır. AT'nin dezavantajları ise şu şekilde özetlenebilir:

- *Teknik sorunlar:* AT, teknik sorunlar nedeniyle kesintiye uğrayabilir. Bu, yatırımcıların işlem yapamamalarına ve kayıplarına neden olabilir.
- *Yanlış stratejiler:* AT, yanlış stratejilerin kullanılması nedeniyle yatırımcıların piyasa verilerini yanlış yorumlamalarına ve yanlış yatırım kararları almalarına neden olabilir.
- *Piyasa koşulları:* AT, beklenmedik piyasa koşulları nedeniyle kayıplara neden olabilir. Özellikle siyasi olaylar, doğal afetler ve ekonomik krizler gibi ani ve beklenmedik değişiklikler, AT stratejilerini yanıltabilir. AT stratejileri, piyasa koşullarının hızla değiştiği durumlarda hızlı tepki veremeyebilir.
- *Aşırı uyum (overfitting):* AT stratejileri geliştirilirken verilerin analizi ve model oluşturma sırasında aşırı uyum sorunu ortaya çıkabilir. Aşırı uyum, modelin öğrenme verilerine aşırı uyum sağlaması ve gerçek piyasa koşullarında yanıltıcı sonuçlar üretmesi anlamına gelir.

Sonuç olarak AT; finansal piyasalarda hızlı işlem yapma, daha iyi risk yönetimi ve kârlılık elde etme gibi birçok avantaj sunar. Ancak teknik sorunlar, yanlış stratejiler, beklenmedik ve hızlı değişen piyasa koşulları, aşırı uyum sorunu gibi dezavantajlar nedeni ile yatırımcılar, büyük kayıplar yaşayabilir. Bu nedenle yatırımcıların AT stratejilerini geliştirirken iyi bir piyasa anlayışına, matematiksel yeteneklere ve programlama becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca stratejilerin düzenli olarak test edilmesi ve güncellenmesi de önemlidir.

AT'nin bahsedilen avantajlarının ve dezavantajlarının yanısıra piyasalarda bazı riskler oluşturduğu unutulmamalıdır. Bu riskler, **piyasa manipülasyonu riskleri ve sistematik riskler olmak üzere** iki ana kategoriye ayrılabilir.

*Piyasa manipülasyonu*, yatırımcıları yanıltmak ve haksız kazanç elde etmek için piyasaların doğal işleyişine müdahale etme girişimidir. Alım-satım yoluyla piyasa

manipülasyonu, her zaman ciddi bir sorun olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Piyasalar genişledikçe manipülasyon yöntemlerinin sayısı, türleri ve karmaşıklığı giderek artmaktadır (Khodabandehlou ve Golpayegani, 2022: 1). AT'nin piyasalarda yarattığı manipülasyon tipleri şunlardır (Khodabandehlou ve Golpayegani, 2022: 7-8; Putniņš, 2020: 18-26):

- *Yapay fiyat hareketleri:* Algoritmalar, belirli koşullarda piyasalarda yapay fiyat hareketlerine neden olabilir. AT stratejileri, belirli fiyat seviyelerine veya işlem hacimlerine dayalı olarak otomatik olarak işlem yapabilir. Bu tür işlemler, fiyatların yapay olarak şişirilmesine veya düşürülmesine yol açabilir.
- *Ani (flash) krizler:* AT, bazı durumlarda piyasalarda ani ve belirsiz fiyat hareketlerine neden olabilir. Bu tür ani fiyat hareketleri, “flash krizler” olarak adlandırılır ve genellikle AT stratejileri uygulanırken ani ve büyük hacimli işlemler sonucunda ortaya çıkar. Flash krizler, piyasalarda ani likidite kuraklığına ve fiyat boşluklarına neden olabilir.
- *Manipülatif algoritmalar:* Bazı durumlarda kötü niyetli aktörler, AT stratejilerini manipülatif amaçlarla kullanabilir. Örneğin, piyasadaki diğer yatırımcıları kandırmak veya fiyatları yanıltıcı bir şekilde etkilemek için manipülatif algoritmalar kullanılabilir. Bu tür manipülasyonlar, piyasalarda güveni sarsabilir ve yatırımcıların kayıplarına neden olabilir.
- *Fiyat yanlışlarının yayılması:* AT, bazı durumlarda yanlış fiyat hareketlerinin hızla yayılmasına neden olabilir. Örneğin, bir AT stratejisi hatalı bir fiyat seviyesinde işlem yaparsa diğer algoritmalar bu yanlış fiyatı izleyebilir ve hızla yayılarak piyasalarda ani hareketlere neden olabilir.
- *Teknik hatalar:* AT sistemlerinde teknik hatalar veya arızalar meydana gelebilir. Bu tür hatalar, algoritmaların beklenmedik şekilde yanlış işlem yapmasına veya piyasalarda beklenmedik fiyat hareketlerine neden olabilir. Örneğin bir algoritma, yanlışlıkla aşırı büyük bir pozisyon açabilir veya piyasadaki ani bir şekilde çıkabilir.
- *Kandırma (spoofing):* Algoritmalar, sahte alım veya satım emirleri vererek piyasada yanlış fiyat sinyalleri oluşturabilir ve yatırımcıları yanıltmaya çalışabilir.
- *Kendi kendine işlem (wash trading):* Algoritmalar, gerçek bir ekonomik faaliyet olmadan kendi aralarında alım satım işlemleri yaparak fiyatların şişirilmesine veya düşürülmesine neden olabilir.

- *Sert fiyat yükselişi ve düşüşü (pump and dump)*: Algoritmalar, bir varlığın fiyatını yapay olarak yükseltmek için koordineli bir şekilde alım işlemleri yapabilir ve ardından yatırımcıların ilgisini çektikten sonra varlıklarını yüksek fiyattan satarak haksız kazanç elde edebilir.
- *İçeriden önceden bilgiye dayalı alım satım (insider trading)*: Algoritmalar, halka açık olmayan bilgilere erişerek ve bu bilgilere dayalı işlem yaparak haksız kazanç elde edebilir.

Piyasa manipülasyonu risklerini azaltmak için alınabilecek çeşitli önlemler şunlardır:

- *Düzenlemeler (regülasyonlar)*: Düzenleyiciler (regülatörler), AT sistemlerinin kaydını zorunlu hale getirerek ve AT faaliyetlerini daha sıkı bir şekilde denetleyerek yaptıkları düzenlemelerle piyasa manipülasyonu risklerini azaltabilir.
- *Teknoloji*: Algoritmaların piyasa manipülasyonu için kullanıldığını tespit etmek için daha gelişmiş gözetim ve analiz sistemleri oluşturulabilir. Bu sistemler, algoritmaların işlem modellerini ve fiyat hareketleri üzerindeki etkilerini analiz ederek manipülasyon girişimlerini belirleyebilir.
- *Eğitim*: Yatırımcılar, piyasa manipülasyonu yöntemleri hakkında bilinçlendirilmeli ve bu tür risklerden korunmak için gerekli adımları atmaları teşvik edilmelidir. Yatırımcılara AT'nin potansiyel riskleri ve manipülasyon belirtilerini nasıl tanıyabilecekleri hakkında bilgi verilmelidir.

Özetlenecek olursa piyasa manipülasyonu risklerini azaltmak için düzenleyiciler, piyasa katılımcıları ve teknoloji sağlayıcıları birlikte çalışmalıdır. Düzenleyiciler, AT sistemlerini denetlemek ve piyasa manipülasyonunu önlemek için gerekli düzenlemeleri yapmalıdır. Piyasa katılımcıları, AT'nin potansiyel risklerini ve bu riskleri nasıl yönetebileceklerini anlamalıdır. Teknoloji sağlayıcıları, algoritmaların piyasa manipülasyonu için kullanılmasını önleyecek ve piyasaların güvenliğini ve şeffaflığını artıracak araçlar ve sistemler geliştirmelidir.

*Sistemik risk* ise tüm piyasa segmentini veya varlık sınıfını etkileyen ve yatırımcıların kontrolü dışında olan risktir. Poledna vd. (2015); finansal piyasalardaki sistemik riski, finansal sistemin önemli bir kısmının artık kredi sağlayıcı olarak işlevini yerine getiremediği ve çöktüğü risk olarak tanımlamaktadır. Pagano vd. (2019) ise

finansal piyasalardaki sistematik riski, varlık fiyatlarında yaygın istikrarsızlığa, yatırımcılar ve finansal araçların geniş çaplı ve önemli kayıplara uğramasına ve potansiyel olarak önemli finansal araçların çökmesine yol açan finansal sistemde bir aksama riski olarak tanımlamaktadır (Serrano, 2020: 2). Sistematik risk; ekonomik durgunluk, faiz oranlarındaki değişiklikler veya jeopolitik belirsizlikler gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir. AT, sistematik riskleri arttırabilir. Bunun nedenleri şunlardır (Cullen, 2021: 234, Eickstädt ve Horsch, 2021: 101-102; Min ve Borch, 2022: 286-288; Serrano, 2020: 178; Kou vd., 2019: 723):

- *Piyasa riski*: AT, piyasa hareketlerine dayalı olarak işlem yapar. Bu nedenle genel piyasa koşullarındaki dalgalanmalar ve riskler, AT stratejilerini etkileyebilir. Özellikle belirli bir sektörde veya piyasada meydana gelen olaylar, AT stratejilerinin performansını olumsuz yönde etkileyebilir.
- *Sistematik likidite riski*: AT, likidite sağlamaya yönelik olmasına rağmen sistematik likidite riskiyle karşı karşıya kalabilir. Özellikle kriz dönemlerinde veya belirli bir varlık sınıfında likiditenin aniden azalması durumunda AT stratejileri, büyük kayıplarla karşılaşabilir.
- *Teknik arıza riski*: AT sistemlerinde teknik arızalar veya kesintiler meydana gelebilir. Örneğin bağlantı sorunları, veri besleme hataları veya yazılım problemleri, AT stratejilerinin yanlış işlem yapmasına veya beklenmedik kayıplara neden olabilir.
- *Veri kalitesi riski*: AT, genellikle büyük miktarda veriye dayalı olarak çalışır. Veri kalitesi düşükse veya yanlışlıkla işlenirse algoritmalar, yanıltıcı sinyaller alabilir ve yanlış işlem yapabilir. Bu da büyük kayıplara neden olabilir.
- *Model riski*: AT stratejileri, belirli bir model veya algoritma üzerine kuruludur. Ancak, bu modellerin gelecekteki performansı her zaman garanti edilemez. Piyasa koşullarının değişmesi veya modelin yanlış parametrelerle kurulması, model riskini arttırabilir.
- *Düzenleyici riskler*: AT, düzenleyici risklere tabidir. Finansal düzenleyicilerin belirli kuralları veya kısıtlamaları getirmesi, AT stratejilerini etkileyebilir veya sınırlayabilir. Ayrıca, düzenleyici ihlaller sonucu ortaya çıkan cezalar veya yaptırımlar da sistematik risk oluşturabilir.

- *Kullanıcı hatası:* AT sistemlerinde yapılan hatalar da sistematik risk oluşturabilir. Örneğin, yanlış parametrelerin veya yanlış emirlerin girilmesi, beklenmeyen sonuçlara ve büyük kayıplara yol açabilir.

Sistematik riskleri azaltmak için alınabilecek çeşitli önlemler şunlardır:

- *Güçlü risk yönetimi politikaları:* AT sistemlerinde sağlam risk yönetimi politikaları benimsenmelidir. Bu politikalar; risklerin tanımlanmasını, ölçülmesini, izlenmesini ve riskleri azaltmak için uygun adımların atılmasını içerir.
- *Düzenleyici uyumluluk:* AT sistemleri ve faaliyetleri, ilgili tüm düzenlemelere ve yasalara uygun olmalıdır.
- *Sistemlerin güvenilirliği:* AT sistemlerinin güvenilirliği ve sağlamlığı artırılmalıdır. Bu; sistemlerin stres testlerine tabi tutulmasını, veri yedekleme ve kurtarma planlarının geliştirilmesini ve siber güvenlik önlemlerinin alınmasını içerir.
- *Kullanıcıların eğitimi:* AT sistemlerini kullanan kişiler, bu sistemlerin riskleri ve nasıl kullanılacağı konusunda eğitilmelidir.

### 1.5. Yüksek Frekanslı Ticaret

AT, ülkelerin sermaye piyasalarındaki teknolojik olanaklar ve insan kaynağının kalitesiyle yakından ilişkilidir. Anlık fiyat değişimleri ve haberler, piyasaların yönünü etkileyebilir ve bu dinamik yapı, yatırımcıların objektif bilgiye hızlı erişimini ve fiyat oluşum sürecindeki davranışlarını piyasalara aktarmasını sağlayan teknolojik imkânlarla sınırlıdır. Yüksek frekanslı ticaret (YFT), algoritmik işlemlerin büyük bir alt kümesi olarak kabul edilip yüksek hızlı bilgisayar algoritmaları ve internet bağlantıları kullanarak kısa vadeli ticaret işlemleri gerçekleştiren bir ticaret stratejisidir.

YFT, alım satım kararlarını almak için büyük miktarda veri analizi yapar ve bu verileri çok hızlı bir şekilde işler. YFT, kısa sürede çok sayıda işlem gerçekleştirebilen bir strateji olduğu için yüksek likiditeye sahip piyasalarda (örneğin hisse senetleri, vadeli işlemler ve forex) kullanılır. YFT algoritmaları, mikrosaniyeler içinde işlem yapabilme yeteneğine sahip olacak kadar hızlıdır ve bu da büyük miktarda kâr veya zarar potansiyeli yaratabilir.

YFT, finans endüstrisinde büyük bir tartışma konusu olmuştur ve düzenleyiciler tarafından sıkı bir şekilde denetlenmektedir. Finansal teknolojinin gelişmesiyle birlikte

YFT, her geçen gün işlem hacmini arttırmakta, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Yalçın vd., 2022: 101). Avrupa Merkez Bankası'nın 2019 yılında yayınladığı bir rapora göre YFT'nin Avrupa piyasalarındaki işlem hacminin %24 ile %43 arasında olduğu tahmin edilmektedir. YFT hacminin ABD'de %55, AB'de %40, Rusya'da %36, Brezilya'da %20 civarında olduğu düşünülmektedir (Çelik ve Öztürk, 2022: 78).

Türkiye'nin finansal piyasalarını entegre etmek ve uluslararası standartlara uyum sağlamak amacıyla İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB), İstanbul Altın Borsası (İAB) ve Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB) birleştirilerek BİST A.Ş. kurulmuştur (BİST, 2019a; Tulukcu, 2020: 7-10). Bu birleşme süreciyle birlikte BİST, teknolojik altyapısını güçlendirmiş ve dijitalleşme yolunda önemli adımlar atmıştır. Özellikle ticaret platformlarının yenilenmesi, yatırımcılara daha hızlı ve güvenilir işlem imkânı sağlamıştır. Ayrıca, elektronik işlem platformlarının kullanımı artırılarak manuel işlemler azaltılmış ve daha otomatik bir işlem ortamı oluşturulmuştur. Bu süreç; veri analitiği, yapay zekâ ve blok zincir gibi teknolojilerin kullanımını da içermektedir. Bu teknolojiler, piyasa takibini ve veri analizini iyileştirerek yatırımcılara daha geniş bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

BİST'in dijital dönüşümü, sürekli olarak devam etmektedir. Teknolojik gelişmeler ve değişen pazar dinamikleri doğrultusunda BİST, sürekli olarak yeni teknolojileri benimsemekte ve işlem süreçlerini geliştirmektedir. Bu sayede daha rekabetçi, şeffaf ve etkin bir ticaret ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır (BİST, 2019b).

BİST'in dijital dönüşümü kapsamında verilen hizmetlerden biri de eş-yerleşim (co-location) hizmetidir. Eş-yerleşim, finansal veri merkezlerine erişimi hızlandırmak ve düşük gecikme süreleri ile yüksek hızda işlem yapmak isteyen yatırımcılar ve aracı kurumlar için BİST tarafından sunulan bir hizmettir. Eş-yerleşim hizmeti, yatırımcıların işlem platformlarına ve BİST veri merkezlerine yakın mesafede yer alan özel bir sunucu alanı kiralamalarını sağlar. Bu hizmet sayesinde işlem maliyetleri azalır, hızlı ve güvenilir işlem yapılır, piyasa verileri anlık olarak alınır ve analiz edilir, işlem veya iletişim süreçlerindeki bekleme veya gecikme süreleri kısalmıştır. Böylece yatırımcılar, daha hızlı ve doğru işlem yaparak piyasa dalgalanmalarından daha az etkilenebilir. YFT, piyasalara hızlı erişimi eş-yerleşim sistemi aracılığıyla gerçekleştirmektedir. YFT kullanıcıları, borsaların sağladığı eş-yerleşim sistemi sayesinde kendi veri tabanlarını borsaların

belirlediği konumlarda yerleştirerek diğer piyasa katılımcılarından ayrıcalıklı bir şekilde piyasaya daha hızlı erişme imkânına sahip olur. Bu sayede YFT kullanıcıları, diğer kullanıcılara göre daha hızlı bir şekilde piyasada oluşan bilgi ve haberlere ulaşır ve kullandıkları algoritmalar aracılığıyla çok sayıda işlem gerçekleştirir. Bu bilgileri hızlı bir şekilde işleyerek emir iyileştirme-kötüleştirme, limit emirleri veya emir iptalleri gibi yeni emirler üretir. Özetlemek gerekirse YFT, borsalardan izin alarak ve belirli bir ücret karşılığında piyasaların veri alt yapısını kullanarak AT yapan işlemlerdir. En büyük farkları ise eş-yerleşim mantığıyla belirli bir lisansa sahip olarak işlem yapmalarındadır.

BİST'teki YFT'lerin tam oranı hakkında net bir veri bulunmamaktadır. Çünkü bu oran, her zaman değişebilir. Ancak, BİST'te son yıllarda YFT'lerin işlem hacmi ve etkisi artmaktadır. BİST, YFT'lerin etkisi nedeniyle YFT'lerin faaliyetlerini düzenleyen kurallar ve kısıtlamalar getirmiştir. Örneğin 2018 yılında BİST'in getirdiği bazı hisse senetleri için geçerli olan “çekişmeli fiyat” kuralı, YFT'lerin işlem hacmini azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak, YFT'ler hâlâ BİST'te önemli bir paya sahip olup düşük marjlarla yüksek hacimli işlemler yapmaya devam etmektedir (BİST, 2023a; Dilekçi, 2018: 2).

### **1.6. Literatür Taraması**

AT, finansal piyasaların gelişimi ile birlikte ortaya çıkan ve günümüzde giderek daha fazla kullanılan bir yatırım stratejisi haline gelmiştir. AT'nin tarihsel gelişimi, finansal piyasalardaki teknolojik ilerlemelerle yakından ilişkilidir. Bilgi işlem alanında yaşanan ilerlemeler, finans sektörüne olumlu bir şekilde yansımış ve hesaplama ve diğer alanlarda farklılaşmanın önemli bir tetikleyicisi olmuştur (Demirdöğen, 2020: 44).

AT, 1970'lerde hisse senetleri opsiyon piyasalarının kurulmasıyla birlikte başlamıştır. O dönemde AT, genellikle büyük yatırım bankaları tarafından kullanılmış olup ticaret stratejileri, temel olarak matematiksel hesaplamalara dayanmaktaydı. 1980'lerde bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte AT'nin kullanımı artmıştır. 1990'larda algoritmaların geliştirilmesi ve test edilmesi için daha sofistike (gelişmiş) yazılım ve donanım araçları ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda, internetin yaygınlaşması ve elektronik ticaretin gelişmesiyle birlikte, AT'nin kullanımı hızlanarak 2000'lerin başında yüksek frekanslı ticaret (YFT) ortaya çıkmıştır. Bu dönemde, AT ve YFT'nin kullanımı, özellikle hisse senedi piyasalarında giderek artmıştır. 2007-2008 küresel finansal krizinin ardından, AT'nin düzenleme ve güvenilirliği konusunda endişeler artmıştır.

Geçmişten günümüze, akademik hayatta ve finansal piyasalarda birçok araştırmacı ve profesyonel, AT'nin farklı yönlerini ve kullanılan yöntemleri incelemek amacıyla çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenmiştir:

Fama ve MacBeth (1973); risk, getiri ve denge kavramlarını ele almış ve bu konuları deneysel olarak test etmiştir. Makalede, portföy getirileri ile risk faktörleri arasındaki ilişkiyi incelemek ve bu ilişkinin denge koşullarını test etmek için büyük bir veri seti kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz, portföy getirilerinin risk faktörlerine olan duyarlılığının sistematik bir yapı gösterdiğini ortaya koymuştur.

Ross (1976), varlık fiyatlandırma modeli olarak bilinen arbitraj teorisini geliştirmiştir. Arbitraj, piyasalarda fiyat farklılıklarından yararlanarak risksiz kâr elde etme stratejisidir. Ross (1976), arbitraj teorisi temelinde varlıkların fiyatlarının arbitraj fırsatlarına dayanarak belirlendiğini öne sürmüştür.

Kimoto vd. (1990), hisse senedi piyasalarını tahmin etmek için modüler sinir ağlarını kullanmıştır. Modüler sinir ağları, birden çok sinir ağı modülünün birleştirilmesiyle oluşturulur ve her bir modül, belirli bir alt kümenin verilerini işler. Bu yapı, daha karmaşık ve daha büyük veri kümesini daha kolay yönetilebilir ve anlaşılabilir parçalara bölmek için kullanılır. Modüler sinir ağları, daha fazla veri işleme kapasitesi ve daha iyi genelleme yeteneği sağlayarak hisse senedi piyasalarını tahmin etmede geleneksel istatistiksel yöntemlere kıyasla daha iyi performans göstermiş ve daha doğru tahminler sağlamıştır.

Fama ve French (1992, 1993); piyasa, firma büyüklüğü ve firma değeri olmak üzere üç ana faktörü belirleyerek hisse senedi ve tahvil getirilerini, çoklu regresyon analizi kullanarak açıklamaya çalışmıştır. Makalede sunulan bulgular, ortak risk faktörlerinin hem hisse senedi hem de tahvil getirilerinde önemli rol oynadığını göstermiştir. Özellikle piyasa faktörü (genel piyasa getirileri) ve firmaya ilişkin faktörler (firma büyüklüğü ve değeri), bu getiriler üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmuştur. Fama ve French (2015), sonraki çalışmalarında varlık fiyatlaması modelleri üzerine odaklanmış, geleneksel finansal varlık fiyatlama modeli (Capital Asset Pricing Model-CAPM) ve Fama-French üç faktör modeline eleştirel bir yaklaşım getirmiştir. Bu modellerdeki eksiklikleri gidermek ve daha iyi bir getiri açıklama yeteneği elde etmek amacıyla iki yeni faktör ekleyerek beş faktörlü bir model geliştirmiştir. Bu model; piyasa



riski, firma büyüklüğü, firma değeri, kârlılık ve yatırım faktörlerini içermektedir. Bu faktörlerin, hisse senetlerinin getirilerindeki varyansı daha iyi açıkladığı ve beklenen getirilerin daha iyi tahmin edildiği bulunmuştur. Makalede sunulan bulgular, beş faktörlü modelin geleneksel modellere göre daha iyi bir performans sergilediğini göstermiştir. Özellikle, bu modelin daha kapsamlı bir risk faktörü setine sahip olduğu ve portföy getirilerini daha etkili bir şekilde açıkladığı görülmüştür.

Brock vd. (1992), teknik analiz göstergelerinin hisse senedi piyasasında etkin olup olmadığını ve hisse senedi getirilerinin stokastik özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Çalışmada teknik analiz göstergelerinin hisse senedi getirilerinin stokastik özellikleri üzerinde etkili olabileceği, ancak bu göstergelerin istikrarlı bir şekilde kârlılık sağladığına dair kesin bir kanıt olmayıp daha derinlemesine incelenmesi ve gelecekteki araştırmalarla desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Jegadeesh ve Titman (1993), hisse senedi piyasasındaki “kazananları al, kaybedenleri sat” stratejisinin getirilerini ve bu durumun hisse senedi piyasası verimliliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yazarlar, önceki dönemde en iyi ve en kötü performans gösteren hisse senetlerinin bir sonraki dönemdeki getirilerini analiz etmiştir. Araştırma sonuçları, geçmişte en iyi performans gösteren hisse senetlerini satın almanın ve en kötü performans gösteren hisse senetlerini satmanın beklenenden daha yüksek getirilere yol açtığını göstermiştir. Bu durum, hisse senedi piyasasında kısa vadeli bir momentum etkisi olduğunu işaret etmektedir. Sonraki çalışmalarında ise Jegadeesh ve Titman (2001); momentum stratejisinin kârlılığını incelemek için risksiz faiz oranları, işlem maliyetleri, sermaye kısıtlamaları ve piyasa etkileri gibi faktörleri değerlendirmiştir. Makalede sunulan analizler ve bulgular, momentum stratejisinin kârlı olduğunu ve bu kârlılığın rastlantısal veya yanıltıcı faktörlere dayanmadığını göstermiştir. Risksiz faiz oranlarının, işlem maliyetlerinin ve sermaye kısıtlamalarının momentum getirilerini açıklamada sınırlı bir rol oynadığı, piyasa etkilerinin ise momentum getirilerini açıklamada daha etkili olduğu görülmüştür.

Daniel vd. (1997), geleneksel olarak kullanılan endeksler yerine karakteristik temelli ölçütlerin, yatırım fonlarının performansını değerlendirme konusundaki etkinliğini araştırmıştır. Bu ölçütler, yatırım fonlarının portföy bileşenlerinin faktör modelleri kullanılarak hesaplanır. Faktör modelleri, hisse senedi getirilerinin sistematik risk (beta) gibi faktörlerden nasıl etkilendiğini analiz eder. Çalışmanın sonuçları,

karakteristik temelli ölçütlerin geleneksel endekslerden daha iyi bir performans sağladığını göstermiştir.

Kaboudan (2000), hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesinde genetik programlama yöntemini kullanmıştır. Genetik programlama, bilgisayarların kendi kendine öğrenebilme ve özelleştirilebilme yeteneğine sahip olduğu bir makine öğrenimi yöntemidir. Çalışmada, bir genetik programlama yöntemi kullanılarak hisse senedi fiyatları tahmin edilirken, veri setinin boyutuna ve karakteristiğine göre uygun bir algoritmanın seçilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Neely ve Weller (2001), teknik analizin merkez bankası müdahalelerini tahmin etmedeki etkinliğini incelemiştir. Farklı finansal piyasalarda yapılan analizler, teknik analizin belirli bir ölçüde etkin olabileceğini, ancak etkinliğin kullanılan göstergelere, piyasaya ve zaman dilimine bağlı olduğunu göstermiştir.

Buguk ve Brorsen (2003), İMKB’de zayıf formda piyasa etkinliği hipotezini test etmeyi amaçlamıştır. Makalede, 1993-2000 yılları arasında İMKB’de işlem gören hisse senetleri üzerine analizler yapılmıştır. Araştırmacılar, fiyatların geçmişteki fiyatlarla ilişkili olup olmadığını test etmek için otokorelasyon testleri yapmışlardır. Sonuçlar, İMKB hisse senedi fiyatlarının zayıf formda etkin olduğunu, yani geçmiş fiyatların gelecekteki fiyatları tahmin etmede yararlı olmadığını göstermiştir.

Hakan ve Çetin (2005), finansal alanda evrimsel algoritmaların özellikle genetik algoritmaların nasıl kullanılabileceğini araştırmıştır. Evrimsel algoritmalar, doğal seleksiyon ve genetik süreçlerden esinlenen hesaplama yöntemleridir. Genetik algoritma, popülasyon tabanlı bir optimizasyon yöntemidir ve doğal seçim, çaprazlama ve mutasyon gibi işlemleri kullanarak en iyi çözümü bulmayı amaçlar. Makalede örnek olarak portföy optimizasyonu, hisse senedi seçimi, risk yönetimi gibi finansal konularda genetik algoritmaların uygulanması ele alınmıştır. Bu algoritmalar, geniş bir arama alanında optimal veya yakınsak çözümler üretebilir ve karmaşık finansal verileri ve ilişkileri modelleyebilir. Makalede sunulan bulgular, genetik algoritmaların finansal problemleri çözmek için etkili bir araç olabileceğini göstermiştir.

Kissell ve Malamut (2006), AT’nin kapsamını ve bu algoritmaların tasarımını ele almıştır. Makalede AT’nin tarihi, yatırımcılara sağladığı avantajlar, çeşitli algoritmaların kullanımı, algoritmaların test edilmesi ve uygulanması hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada AT’nin nasıl kullanılabileceğine dair örnekler sunulmuştur.

Gatev ve Goetzmann (2006), çiftler ticaretini (pair trade) incelemiş ve görelî değer arbitraj kuralının performansını değerlendirmiştir. Çiftler ticareti, finansal piyasalardaki fiyat hareketlerinden faydalanarak kâr elde etmek için kullanılan bir strateji olarak tanımlanmaktadır. Çiftler ticareti, iki veya daha fazla finansal enstrümanın fiyatlarının birbirine olan ilişkisini ve bu ilişkiden doğan fırsatları değerlendirir. Bu strateji, bir enstrümanın fiyatı diğerine göre anormal derecede yüksek veya düşük olduğunda, bu fiyat farkının kapanacağı beklentisine dayanır. Makalede çiftler ticaretinin getiri ve risk profillerini değerlendirmek için farklı zaman dilimlerinde ve farklı finansal enstrümanlarla gerçekleştirilen ticaret stratejileri incelenmiştir. Ayrıca çeşitli getiri ölçütleri, volatilité ve işlem maliyetleri gibi faktörler dikkate alınarak performans değerlendirmesi yapılmıştır. Makalede, çiftler ticaretinin piyasalardaki genel eğilimlere karşı bağımsız bir strateji olabileceği gibi portföylerin çeşitlendirilmesine katkıda bulunabileceği; bununla birlikte çiftler ticareti için uygun enstrümanların belirlenmesi, ticaret stratejilerinin uygulanması ve risk yönetimi gibi zorlukların da olduğu belirtilmiştir. Finansal piyasalardaki faktörlerin çiftler ticareti stratejilerini anlamaya ve uygulamaya yardımcı olabilecek bu önemli makale, görelî değer arbitraj kuralının başarı şartlarını ve sınırlamalarını daha iyi anlamak için yapılan diğer çalışmalara bir temel oluşturmaktadır.

Futschek (2006), algoritmik düşüncenin bilgisayar bilimindeki rolünü ve önemini ele almıştır. Algoritmik düşünce; bilgisayar programlaması, veri analizi, yapay zekâ, ağ tasarımı ve diğer birçok bilgisayar bilimi alanında etkili çözümler üretmeyi sağlar. Makalede sunulan bulgular, algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Hill (2006), yatırım dünyasındaki alfa kavramına değinmiştir. Alfa kazanmak için çeşitli stratejilerin kullanılmasıyla ilgili olarak düşünülmesi gereken bazı zorluklar ve önemli noktalar ele alınmıştır. Çalışma, portföy yöneticilerinin performanslarını ölçmek için kullanılan çeşitli ölçümler ve alfa ile ilgili risk yönetimi stratejileri hakkında bilgi sağlamaktadır.

Chan (2008) tarafından yazılan "*Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business*" adlı AT kitabında, AT stratejileri oluşturmanın temelleri, veri analizi, portföy yönetimi, risk yönetimi ve performans ölçümü gibi konular ele

alınmıştır. Çalışma hem teorik hem de pratik bir yaklaşımla yazılmıştır ve birçok gerçek dünya örneğiyle desteklenmiştir.

Alfonsi vd. (2010), limit emir defterlerindeki genel şekil fonksiyonlarının matematiksel modellerini ele almıştır. Yazarlar, bu genel şekil fonksiyonlarına dayalı olarak bir yatırımcının bir varlığı en uygun fiyattan satın almak veya satmak için limit emir defterlerini nasıl kullanabileceğini ve nasıl optimal stratejiler gerçekleştirebileceklerini araştırmıştır. Şekil fonksiyonları, talep ve arz eğrilerinin genel özelliklerini yansıtmak için kullanılmıştır.

Pesaran (2010), etkin piyasa hipotezi (EPH) ve varlık getirilerinin tahmin edilebilirliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yazar, finansal ekonomistler tarafından geniş çapta kabul edilmesine rağmen EPH'nin hisse senedi getirilerini tamamen doğru tahmin edemediğine dair kanıtlar olduğunu savunmuştur. Makalede EPH'yi test etmek ve varlık getirilerinin tahmin edilebilirliğini incelemek için ekonometrik modellerin rolü de ele alınmıştır.

Szakmary vd. (2010), emtia vadeli işlem piyasalarında trend takip stratejilerinin etkinliğini yeniden değerlendirmeyi amaçlamıştır. Trend takip stratejilerinin geçmiş performansını analiz etmiş ve bu stratejilerin gelecekteki getiri potansiyelini incelemiştir. Yapılan analizler, trend takip stratejilerinin geçmiş dönemde iyi performans gösterdiğini ve bazı emtia piyasalarında rekabetçi getiri sağladığını göstermiştir. Ancak, stratejilerin gelecekteki performansının tahmin edilmesi zor olduğu sonucuna varılmıştır.

Guresen vd. (2011), yapay sinir ağı modellerinin hisse senedi piyasa endeksi tahmininde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Makalede, farklı yapay sinir ağı yapıları ve parametre ayarları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları sunulmuştur. Bulgular, yapay sinir ağı modellerinin hisse senedi piyasa endeksi tahmininde etkili olabileceğini göstermiştir. Özellikle doğru şekilde yapılandırılan ve eğitilen yapay sinir ağı modellerinin teknik analiz ve temel analiz gibi diğer geleneksel yöntemlerle birlikte kullanılarak daha iyi bir tahmin performansı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Bollen vd. (2011), Twitter üzerindeki duygusal ifadelerin hisse senedi piyasasını tahmin etmede kullanılabileceğini öne sürmüştür. Bu hipotezi test etmek için kapsamlı bir veri seti analizi yapılmıştır. Yazarlar, metin madenciliği ve doğal dil işleme yöntemlerini kullanarak Twitter mesajlarını duygusal bir eğilimle ilişkilendirmiştir. Bu duygusal eğilimler, pozitif veya negatif olarak sınıflandırılmıştır. Hisse senedi piyasasının

performansıyla Twitter duygusal ifadeleri arasındaki ilişki, istatistiksel analizler ve zaman serisi modelleri kullanılarak incelenmiştir. Bu makale, sosyal medya verilerinin finansal piyasaların analizinde potansiyel olarak değerli bir kaynak olabileceğini göstermektedir. Ancak, bu alanda duygusal ifadelerin hisse senedi piyasasıyla ilişkisini daha iyi anlamak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Hendershott vd. (2011), 2007-2008 finansal krizi sırasında Amerikan hisse senedi piyasasında AT stratejilerinin likiditeye olan etkisini incelemiştir. Likiditenin düşük olduğu dönemlerde, AT stratejilerinin likiditeye olumlu bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu stratejilerin piyasalardaki aktifliği ve hacmi arttıkça, likidite de artmıştır. Ancak likiditenin yüksek olduğu dönemlerde, AT stratejilerinin likidite üzerinde belirgin bir etkisi olmamıştır. AT stratejilerinin likidite üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için çeşitli alt piyasalarda ve farklı zaman dilimlerinde de inceleme yapılmıştır. AT'nin likiditeyi arttırdığı ve fiyat hareketlerinin daha hızlı ve düzenli bir şekilde gerçekleştiği belirtilmiştir. Ayrıca AT'nin piyasayı kontrol eden düzenlemelerin etkileriyle birlikte ele alınması gerektiği ve bu ticaret yönteminin risk yönetimi için nasıl kullanılabileceği anlatılmıştır. Makalede, AT'nin likidite üzerindeki ve piyasalardaki etkisini azaltmak için düzenleyicilerin AT'nin denetimini arttırması gerektiğini vurgulanmıştır.

Hsieh vd. (2011), hisse senedi piyasalarının tahmin etmek için dalga dönüşümü ve tekrarlayan sinir ağları kullanılarak oluşturulan bir entegre sistem olan yapay arı kolonisi algoritması temelli bir yöntemi ele almıştır. Makalede, hisse senedi piyasalarının karmaşık ve dinamik doğası nedeniyle tahminleme zorluklarına değinilmiştir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için makalede iki ana bileşenli bir tahminleme sistemi sunulmuştur. İlk bileşen, dalga dönüşümü yöntemini kullanarak hisse senedi verilerini zaman-frekans alanında analiz etmeyi içermektedir. İkinci bileşen ise tekrarlayan sinir ağlarıdır. Makalede sunulan entegre sistem, yapay arı kolonisi algoritmasını kullanarak dalga dönüşümü ve tekrarlayan sinir ağlarını birleştirir. Yapay arı kolonisi algoritması, en iyi performans gösteren sinir ağı modelini seçmek ve optimize etmek için kullanılmıştır. Bu şekilde, sistemin tahmin yeteneği ve performansı arttırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar, entegre sistemde kullanılan dalga dönüşümü ve tekrarlayan sinir ağı yöntemlerinin doğruluk oranını arttırdığını ve daha güvenilir tahminler sunabildiğini göstermiştir.

Nuti vd. (2011); AT'nin farklı yöntemleri ve özellikleri, YFT ve arbitraj stratejileri gibi konular ele alınmış olup AT'nin artan popüleritesi ile birlikte piyasa etkinliği, fiyat keşfi ve risk yönetimi gibi konulara yönelik araştırmaların önemi vurgulanmıştır. Yazarlar tarafından AT'nin finans piyasalarında giderek daha önemli bir rol oynadığı, ancak bu teknolojinin kullanımının bazı risklerle birlikte geldiği ve düzenleyiciler tarafından dikkatlice izlenmesi gerektiği belirtilmektedir.

Chan (2013), tarafında yazılan “*Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*” adlı kitap, AT stratejilerinin geliştirilmesi için kapsamlı bir rehber niteliğinde olup okuyuculara AT'de kullanılan matematiksel ve istatistiksel araçların yanı sıra birçok AT stratejisi örneği sunmaktadır.

Kaufman (2013)'nin “*Trading Systems and Methods*” adlı kitabı; ticaret psikolojisi, risk yönetimi, piyasa analizi ve veri madenciliği gibi temel konuları ele almakta ve ticaret sistemleri tasarlama, test etme ve uygulama konularında ayrıntılı bilgi vermektedir. Kitapta ayrıca ticaret sistemlerinin verimliliğini arttırmak için veri işleme, yapay zekâ, sinir ağları, genetik algoritmalar gibi daha gelişmiş konular da ele alınmaktadır.

Narang (2013)'in “*Inside the Black box: A Simple Guide to Quantitative and High Frequency Trading*” adlı kitabı, nicel ticaretin finansal piyasalardaki rolünü, likidite ve volatilité üzerindeki etkilerini ve piyasa verilerini analiz etme yöntemlerini ele almakta, ayrıca nicel ticaretin avantajları ve sınırlamaları hakkında bilgi vererek okuyucuya gerçekçi bir perspektif sunmaktadır.

Sinclair (2013)'in “*Volatility Trading*” adlı kitapta volatilité kavramı, ölçüm yöntemleri, volatilitéye etki eden faktörler, volatilité ticareti için kullanılan çeşitli stratejiler ve bu stratejilerin nasıl uygulandığı detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Opsiyon fiyatlamasının temelleri, volatilité ticaretinin opsiyon piyasalarındaki rolü, volatilité türevlerinin nasıl kullanıldığı ve risk yönetimi stratejilerindeki rolü, volatilité ticaretinde matematiksel modellerin ve istatistiksel analizlerin nasıl kullanıldığı, gelişmiş istatistiksel araçların volatilité tahmini ve opsiyon stratejilerinin oluşturulmasında nasıl kullanılabileceği, volatilitéye dayalı ticaret stratejilerinin diğer geleneksel ticaret stratejilerine kıyasla neden daha iyi performans gösterebileceği ve daha yüksek getiri sağlayabileceği kitapta açıklanmaktadır. Sunulan bulgular, volatilité ticaretinin diğer faktörlere dayalı ticaret stratejilerine göre daha az bağımlı olduğunu ve piyasa

durumundan daha az etkilendiğini, volatilité ticaret stratejilerinin farklı piyasa koşullarında da tutarlı bir şekilde başarılı olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Guilbaud (2013), limit emir defterlerinde optimal kontrolü uygulamak için matematiksel modeller ve yöntemler kullanılmıştır. Bu modeller, piyasa değişkenlerini ve emir defteri yapısını dikkate alarak alım satım işlemlerini optimize etmeye yönelik stratejiler geliştirmeyi amaçlamıştır. Tezde sunulan bulgular, optimal kontrolün limit emir defterlerinde etkili bir şekilde uygulanabileceğini, optimal kontrol yöntemlerinin piyasa likiditesini arttırmaya, işlem maliyetlerini düşürmeye ve ticaret stratejilerinin performansını iyileştirmeye yardımcı olabileceğini göstermiştir.

Menkveld (2013), YFT'nin finansal piyasalarda ortaya çıkardığı etkileri ve yeni piyasa yapıcılarını üzerindeki etkisini incelemiştir. Yeni piyasa yapıcılarının daha hızlı ve daha etkin bir şekilde likidite sağladığı ve alım satım farkını (spread) daralttığı gözlemlenmiştir. YFT'nin piyasa derinliğini arttırabileceği ve işlem maliyetlerini düşürebileceği belirtilirken, aynı zamanda piyasalarda daha fazla volatilitéye neden olabileceği ve fiyat etkinliğini azaltabileceği de vurgulanmıştır.

Hendershott ve Riordan (2013), AT'nin piyasa likiditesine olan etkisini belirlemek için çeşitli likidite ölçüleri ve AT türleri kullanarak piyasaları analiz etmiştir. Makalede, AT'nin daha yüksek likiditeye yol açtığı, bununla birlikte bu işlemlerin piyasalarda daha az istikrarlı ve derinlikten yoksun ortamlara neden olduğu da belirtilmiştir.

Treleaven vd. (2013), AT'nin finansal piyasalarda önemli bir rol oynadığını, piyasa yapısını ve likiditeyi etkilediğini belirtmiştir. Makalede ayrıca AT'nin avantajları ve dezavantajları, AT'nin gelecekteki eğilimleri ve düzenleme ihtiyaçları ele alınmıştır. AT'nin hızlı bir şekilde geliştiği ve finansal piyasaların daha karmaşık hale geldiği göz önüne alındığında, düzenlemelerin bu alanda güncellenmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Davey (2014)'in "*Building Winning Algorithmic Trading Systems*" adlı kitap, AT'nin temellerinden başlayarak, teknik analiz ve veri madenciliği araçlarıyla başarılı bir ticaret sistemi oluşturmanın ipuçlarını vermekte, ayrıca ticaret stratejilerinin test edilmesi, optimize edilmesi ve performansının analiz edilmesi için çeşitli yöntemler sunmaktadır.

Biais ve Foucault (2014), 2006-2010 yılları arasındaki Avrupa borsalarındaki verileri kullanarak YFT'nin işlem maliyetleri, fiyat oluşumu ve likidite üzerindeki etkisini

analiz etmiştir. Araştırmada YFT işlemlerinin, likiditeyi aynı zamanda volatilitiyi arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra YFT işlemlerinin piyasa derinliği ve işlem hacmi üzerinde de etkisi olduğu belirtilmiştir.

Brogaard vd. (2014), YFT'nin fiyat keşfine olan etkisini analiz etmek için BİST'te gerçekleşen işlemleri kullanmıştır. Bulgular, YFT'nin fiyat keşfini arttırdığını, özellikle de alıcı ve satıcı arasındaki fiyat farkını daralttığını göstermiştir.

Chaboud vd. (2014), yabancı para piyasasında AT'nin giderek artan kullanımı ve bunun piyasa likiditesi, fiyat keşfi, fiyat çılgınlığı ve volatilité gibi piyasa özellikleri üzerindeki etkileri hakkında bir analiz sunmuştur. Ayrıca, çalışmada AT stratejilerinin nasıl geliştirildiği, bu stratejilerin piyasalar üzerindeki etkileri ve piyasa katılımcılarının bu teknolojiye tepkisi de ele alınmıştır.

Georgakopoulos (2015), "*Quantitative Trading with R: Understanding Mathematical and Computational Tools from a Quant's Perspective*" adlı kitabında R programlama dili kullanarak finansal piyasalarda niceliksel ticaret stratejileri geliştirmek için gerekli olan matematiksel hesaplama araçlarını anlatmaktadır. Ayrıca kitapta, okuyucuların kendi ticaret stratejilerini oluşturmak için örnek kodlar ve uygulamalar verilmektedir.

Hu vd. (2015), evrimsel hesaplama yöntemlerinin hisse senedi piyasalarındaki karmaşık veri yapılarından yararlanarak AT stratejileri oluşturmak için kullanılabileceğini öne sürmüştür. Kullanılan yöntemler arasında genetik algoritmalar, kümeleme algoritmaları, çift yönlü arama algoritmaları, yapay sinir ağları, karınca kolonisi optimizasyonu, parçacık sürü optimizasyonu ve diferansiyel evrim algoritmaları yer almaktadır.

Özcan (2016), Türkiye'deki BİST30 endeksinin performansını teknik analiz aracı olan hareketli ortalamalar ile test etmiştir. Sonuçlar, hareketli ortalama yakınsama farkı (Moving Average Convergence Divergence-MACD)'nin BİST30 endeksi için oldukça etkili olduğunu göstermiştir.

Akçay ve Çoklar (2016), bilişsel becerilerin gelişimine odaklanarak programlama eğitiminin önemini vurgulamıştır. Yazarlar; programlama eğitiminin, öğrencilere bilişsel becerilerini geliştirmeleri için bir fırsat sunarak onları daha etkili öğrencilere dönüştürebileceğini düşünmektedir.



Benos ve Sagade (2016), YFT'nin piyasa derinliği, fiyat istikrarı, likidite ve volatilité gibi piyasa kalitesi göstergeleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, YFT'nin piyasa kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve bu işlemlerin piyasa derinliği, likidite ve volatilité gibi faktörlere katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Blocher vd. (2016), YFT'nin yaygınlaşmasının piyasalardaki fiyat oluşumuna etkisini incelemiştir. Yazarlar, "hayali likidite" kavramını kullanarak YFT stratejilerinin piyasa likiditesi hakkında yanıltıcı sinyaller üretebildiğini ve bunun da gerçek likiditenin zayıflamasına ve piyasa istikrarının azalmasına yol açabileceğini iddia etmiştir. Bu nedenle YFT'nin fiyat oluşumuna katkısını anlamak ve piyasa istikrarını korumak için daha fazla düzenleyici tedbir alınması gerektiği öne sürülmüştür.

Fu vd. (2016), opsiyonlardan türetilen zımni (implied) volatilité ölçümlerinin hisse senedi getirilerinin tahmin edilebilirliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Opsiyon fiyatlamasında kullanılan Black-Scholes modeline dayanan zımni volatilité ölçümleri, piyasa katılımcılarının hisse senedi fiyatlarındaki beklenen oynaklık hakkındaki algısını yansıtır. Bu ölçümler, gelecekteki getirileri tahmin etmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Ayrıca, volatilité ölçümlerinin farklı zaman periyotlarında ve farklı opsiyon tiplerindeki (alım veya satım) performansı da değerlendirilmiştir. Makalede, opsiyon zımni volatilité ölçümlerinin kısa vadeli ve orta vadeli getirileri tahmin etmede daha etkili olduğu, uzun vadeli tahminlerde ise daha az başarı sağladığı belirtilmiştir.

Öztürk (2016), kendi geliştirdiği bir yöntem ile 2010-2014 yılları arasında BİST100 endeksindeki hisse senetleri üzerinde bir alım satım sistemi oluşturmuş ve bu sistemi 2015 yılı verileriyle test etmiştir. Yazar, teknik analizde kullanılan göstergelerin ayrı ayrı kullanımı yerine bir bütün olarak alım satım sistemi oluşturmanın daha doğru sonuçlar verebileceği fikrini savunmuştur.

Özari vd. (2016), BİST30 ve BİST100 endeksleri üzerinde hareketli ortalama (Moving Average-MA), hareketli ortalama yakınsama farkı (Moving Average Convergence Divergence-MACD), göreceli güç endeksi (Relative Strength Index-RSI), stokastik osilatör ve momentum gibi teknik göstergeleri kullanarak hisse senedi fiyatlarına yönelik alım satım sinyalleri üretmiştir. Bu sinyallerin performansları, farklı zaman dilimlerinde geri test yapılarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, BİST30 ve BİST100 endeksleri için farklı göstergelerin farklı dönemlerde farklı performanslar gösterdiği ve her göstergenin doğru zamanda kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yılmaz (2016), teknik analiz göstergelerinin performans analizini yapmıştır. BİST üzerine yapılan uygulamada MA, RSI ve MACD göstergelerinin performansları karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre RSI göstergesinin diğer göstergelere göre daha başarılı bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte MA ve MACD göstergelerinin de yüksek başarı oranları gösterdiği belirtilmiştir.

Choi vd. (2017), sayısal düşünmenin (computational thinking) geliştirilmesi için bulmaca tabanlı algoritma öğrenimini ele almıştır. Bu yaklaşımda, öğrencilere bulmacalar aracılığıyla algoritma yapısını ve problem çözme sürecini öğrenme fırsatı verilmiştir. Yazarlar, bulmaca tabanlı algoritma öğrenmenin öğrencilerin analitik düşünme, algoritma tasarlama ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmiştir.

Zhou vd. (2016), geleneksel yapay sinir ağlarının sınırlamalarını aşmak için yeni bir yaklaşım olan dalgalı sinir ağı (Dendritic Neural Network-DNN) modelinin potansiyelini araştırmıştır. Dalgalı sinir ağı modeli, biyolojik sinir hücrelerinin yapısını taklit ederek bilgi işleme yeteneklerini arttırmayı hedeflemektedir. Çalışmada, finansal verilerin özellikleri dikkate alınarak dalgalı sinir ağı modeli tasarlanmıştır. Model, zaman serisi verilerini analiz etmek ve gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanılmıştır. Ayrıca, modelin performansını arttırmak için farklı özellik seçimi ve parametre ayarlamaları yapılmıştır. Dalgalı sinir ağı modeli, finansal zaman serisi tahmininde geleneksel yapay sinir ağlarına kıyasla daha iyi performans göstermiştir. Modelin yüksek doğruluk oranları ve düşük hata değerleri elde ettiği görülmüştür.

Savaş (2017), AT stratejilerini Türk hisse senedi piyasasına uygulamıştır. Bu tez, dinamik mod ayrışımı yöntemini kullanarak AT stratejileri geliştirme ve değerlendirme sürecini ele almıştır. Bu tez çalışmasında, geçmiş piyasa verileri kullanılarak stratejilerin test edilmesi ve performanslarının değerlendirilmesi için bir dizi deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, dinamik mod ayrışımı yöntemi kullanılarak geliştirilen AT stratejilerinin Türk hisse senedi piyasasında rekabetçi getiri elde etme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Bu stratejilerin, piyasadaki fiyat hareketlerini analiz ederek anlamlı kararlar alabileceği ve yatırımcılara fayda sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

De Prado (2018)'nin "*Advances in Financial Machine Learning*" adlı kitabı, finansal piyasalarda makine öğrenimi yöntemlerinin nasıl uygulanabileceğini ve finansal analizdeki geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabilmesini anlatmaktadır. Kitap, okuyucuya finansal veri setlerini işleme, özellik çıkarımı, model seçimi ve

doğrulama, portföy optimizasyonu ve ticaret stratejileri oluşturma gibi konularda kapsamlı bir rehberlik sunmaktadır. Ayrıca, kitapta finansal piyasalardaki veri özellikleri, veri ön işleme yöntemleri ve sinyal üretme stratejileri gibi konulara da değinilmektedir.

Hyndman ve Athanasopoulos (2018)'un "*Forecasting: Principles and Practice*" adlı kitabında zaman serisi analizi, regresyon analizi, makine öğrenimi ve benzetim gibi farklı yöntemlerin yanı sıra bunların pratik uygulamaları ve karşılaşılan sorunlar da ele alınmaktadır. Kitap, teorik bilgileri pratik örneklerle desteklemektedir.

Fischer ve Krauss (2018), finansal piyasa tahminleri için uzun kısa vadeli hafıza (Long Short Term Memory-LSTM) ağları ile derin öğrenme yaklaşımını kullanmayı amaçlamıştır. Çalışmada LSTM ağlarının finansal piyasalarda hisse senedi fiyatları ve getirileri gibi veriler üzerindeki performansı incelenmiştir. Bu amaçla, geniş bir veri seti kullanılarak farklı finansal piyasalarda tahminler yapılmış ve bunların başarısı ölçülmeye çalışılmıştır. LSTM ağlarının geleneksel finansal modellemelerden daha iyi performans gösterdiği ve zaman serisi verilerindeki yapılardan daha iyi öğrenme yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, makalede LSTM ağlarının portföy yönetimi ve risk analizi gibi finansal uygulamalarda da potansiyel olarak değerli olabileceği vurgulanmıştır.

Wang vd. (2018), finansal piyasa tahmininde "derin rastgele alt uzay toplulukları (ensemble)<sup>1</sup>" adı verilen bir makine öğrenimi yöntemini kullanarak kitle bilgeliği ve teknik analizi birleştirmiştir. Bu yöntem, geleneksel tahmin yöntemlerinden daha iyi performans göstermiştir.

Bektur ve Aydın (2019), BİST ve alt endekslerinde zayıf formda piyasa etkinliği analizini Fourier yaklaşımını kullanarak gerçekleştirmiştir. Çalışmada BİST100, BİST30, BİST Banka, BİST Hizmetler, BİST Sanayi ve BİST tüm hisse senedi endeksleri arasındaki piyasa etkinliği farklılıkları incelenmiştir. Fourier analizi, işlem gören hisse senedi fiyat verilerinin zaman serisi verilerine dönüştürülmesi için kullanılmıştır. Analiz sonuçları, piyasa etkinliğinin zayıf formda olduğunu, yani geçmiş fiyat hareketlerinin gelecekteki fiyat hareketleri üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Budak (2019), teknik analizde yaygın olarak kullanılan farklı göstergelerin performanslarını karşılaştırmıştır. Bu amaçla, bir önceki dönemdeki fiyat hareketleri ile

---

<sup>1</sup>Ansaml (ensemble)", birçok zayıf öğrenicinin (weak learner) bir araya getirilerek, birlikte çalıştığı bir makine öğrenimi tekniğidir. Temel fikir, bir dizi zayıf modelin bir araya gelerek güçlü bir model oluşturmasıdır.

göstergelerin sinyallerinin karşılaştırılması yoluyla piyasa trendlerinin öngörülmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Gösterge seçiminde ELECTRE yöntemi kullanılmıştır. Mali kuruluşların çoğunlukta olduğu birinci küme için çift üstel hareketli ortalama (Double Exponential Moving Average-DEMA), %R, emtia kanalı endeksi (Commodity Channel Index-CCI), yön endeksi (Directional Index-DI) göstergeleri; madencilik sektörünün tamamı ve ulaştırma haberleşme- depolama sektörünün çoğunluğunun bulunduğu üçüncü küme için de DEMA, %R, CCI, stokastik momentum endeksi (Stochastic Momentum Index-SMI) göstergeleri daha etkili sonuç vermiştir.

Breckenfelder (2019), YFT'nin likidite, fiyat oluşumu ve işlem maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada YFT'nin yüksek hızlı algoritmaları ve teknolojik altyapıları sayesinde daha hızlı ve verimli işlem yapabildiği, böylece piyasalarda artan rekabetin; daha iyi likidite ve fiyat oluşumu ile işlem maliyetlerinde azalma sağladığı belirtilmiştir. Rekabetin piyasa kalitesi üzerinde olumlu etkilere sahip olabileceği ancak daha fazla araştırma yapılması ve farklı piyasa koşullarının göz önünde bulundurulması gerektiği öne sürülmüştür.

Hüseyinov ve Uluçay (2019), BİST ve kripto para borsası verilerini kullanarak genetik ve parçacık sürüsü optimizasyonu algoritmalarıyla portföy optimizasyonu gerçekleştirmiştir. Sonuçlar, her iki algoritmanın da portföy optimizasyonunda başarılı olduğunu ancak genetik algoritmanın daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Keskin (2019), Ichimoku Kinko Hyo göstergesini teknik analizde kullanmış ve bu göstergeyi BİST100 hisse senetleri üzerinde uygulamıştır. Bu gösterge; trendleri tanımlamak, destek ve direnç seviyelerini belirlemek, giriş ve çıkış noktalarını tespit etmek gibi çeşitli amaçlarla kullanılan bir teknik analiz aracıdır.

Leone ve Kwabi (2019), FTSE100 endeksinde YFT'nin piyasa verimliliğini ve fiyat keşfini etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Araştırmacılar, YFT işlemlerinin artmasının piyasa verimliliği açısından olumlu bir etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Ayrıca YFT işlemlerinin fiyat keşfi sürecinde daha etkili olduğu ve likiditeyi arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Kissell (2020) tarafından yazılan “*Algorithmic Trading Methods*” adlı kitapta, finansal verilerin analizinde kullanılan istatistiksel yöntemler, risk-getiri optimizasyonu için matematiksel programlama teknikleri, makine öğrenmesi yöntemleriyle alım satım

stratejileri geliştirme, işlem maliyetlerinin analizi ve ticari model doğrulama gibi konular ele alınmıştır.

Çelenli Başaran (2021), genetik algoritma yaklaşımının Sharpe oranı ve Treynor endeksi performans ölçütlerine dayalı olarak kullanılması üzerine odaklanmıştır. Bu ölçütler kullanılarak genetik algoritma tarafından elde edilen portföylerin daha iyi getiri-risk dengesi sağladığı bulunmuştur. Çalışma kapsamında, genetik algoritmanın yatırım portföylerinin performansını optimize etmede etkili olduğu gösterilmiştir.

Çitilci (2021), koşul bazlı algoritmaları kullanarak Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)'nin faiz kararına dayalı olarak forex piyasalarında otomatik işlem açma stratejisi oluşturmuş ve performans değerlendirmesi yapmıştır. Çalışmada, koşul bazlı algoritmaların forex piyasalarında otomatik işlem açmak için etkili bir araç olduğu ve TCMB faiz kararlarına dayalı olarak oluşturulan stratejinin emir gönderiminde başarılı olduğu belirlenmiştir.

Rezaei vd. (2021), geleneksel finansal veri analizine alternatif bir yaklaşım olarak derin öğrenme ve frekans ayrıştırma yöntemlerini bir araya getirerek hisse senedi fiyatlarını tahmin etmiştir. Bu yöntemler, zaman serilerinin içerdikleri farklı frekans bileşenlerini ayrıştırarak daha detaylı ve kapsamlı bir analiz yapılmasına olanak sağlamıştır. Makalede sunulan bulgular, derin öğrenme ve frekans ayrıştırma yöntemlerinin hisse senedi fiyatlarının tahmininde etkili olabileceğini ve geleneksel yöntemlere kıyasla daha doğru sonuçlar sağlayacağını göstermiştir.

Ayçel ve Santur (2022), AT'de hisse senedi hareketlerinin yönünü tahmin etmek için hareketli ortalama yöntemlerinde geleneksel olarak kullanılan sabit zaman dilimlerinin yerine değişken zaman dilimlerini kullanarak daha esnek bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde, zaman dilimleri hisse senedinin volatilitesine ve geçmiş fiyat hareketlerine bağlı olarak otomatik olarak ayarlanmıştır. Çalışma, çeşitli hisse senetlerinin fiyat hareketlerini içeren bir veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, geliştirdikleri yeni hareketli ortalama yöntemini diğer geleneksel yöntemlerle karşılaştırmış ve performansını değerlendirmiştir. Tahmin doğruluğu, hassasiyet ve diğer performans ölçümleri kullanılarak yöntemin etkinliği analiz edilmiştir.

Chang vd. (2022), getirileri optimize etmek için Hursteksponenti ölçütü ve Q öğrenme algoritmasının momentum ve ortalama geri dönüş stratejileri üzerinde nasıl

kullanılabileceğini incelemiştir. Yazarlar, finansal piyasalarda momentum ve ortalama geri dönüş stratejilerinin yaygın olarak kullanıldığına dikkat çekmiştir.

Yalçın vd. (2022), YFT'nin piyasa etkinliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Yapılan bu çalışma ile yüksek frekanslı işlemlerin kullanıldığı BİST'de, rassal yürüyüşün olmadığı, durağanlığın mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, BİST'de YFT ile piyasanın üzerinde getiri elde etmenin mümkün olduğunu ifade etmektedir.

Doğru ve Medetoğlu (2023), BİST banka endeksi (XBANK) ile gelişmiş ülke bankacılık endeksleri (ABD-NASDAQ IXXB, Almanya-DAX CXPBX, İngiltere-FTSE 350 FTNMX ve Fransa-CAC FRFIN) arasındaki volatilitate etkileşimini, DCC-GARCH modeli ile analiz etmiştir. Çalışma kapsamında beş endeksin 01.01.2015–20.07.2022 dönemi günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Analiz sonucunda; DAX CXPBX ve FTSE 350 FTNMX endeksleri ile XBANK arasında karşılıklı volatilitate yayılımının olduğu, XBANK'tan ise CAC FRFIN endeksine tek yönlü volatilitate yayılımının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, incelenen banka endeksleri ile XBANK arasında zamana bağlı değişen, pozitif yönlü korelasyon ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan detaylı literatür taramasından da anlaşıldığı üzere AT ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğu finans, matematik, istatistik, ekonomi ve bilgisayar bilimleri gibi farklı disiplinlerden gelmektedir. Bu çalışmalar, AT'nin teorik ve pratik yönlerini ele almaktadır. Finansal piyasa verileri üzerinde yapılan analizler; AT stratejilerinin geliştirilmesi, algoritmaların performansı ve etkinliği, YFT, arbitraj stratejileri, piyasa yapıcılığı, risk yönetimi ve portföy yönetimi gibi konulara odaklanmaktadır.

Ancak AT ile ilgili literatürde bazı boşluklar mevcuttur. Örneğin, AT'nin etik boyutu henüz yeterince ele alınmamıştır. AT'nin siber güvenlik riskleri ve siber saldırılara karşı savunmasızlığı, hâlâ bir araştırma konusudur. Ayrıca AT'nin piyasa yapılarına, özellikle de likidite ve fiyat keşif mekanizmalarına olan etkisi de tartışmalıdır. Yapılan çalışmaların çoğunda canlı işlemler yerine geri testler kullanılmaktadır. Bu da teoriyle pratik arasında oluşabilecek sorunları göz ardı etmektedir.

Literatürdeki bu boşlukların doldurulması için farklı disiplinlerden gelen araştırmacıların iş birliği yapması ve disiplinler arası çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Ayrıca AT uygulamalarının ve stratejilerinin düzenlenmesi ve denetlenmesi, AT'nin finansal piyasalar üzerindeki etkisi, YFT ve piyasa yapıcılığı gibi konularda daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Bu çalışmada “sürekli alım satım” adı ile yeni bir AT stratejisi önerilmiştir. Literatürdeki AT stratejileri genellikle teknik analiz ve trend takibine dayanır. Teknik analiz, sadece fiyat hareketlerini incelemesi nedeniyle eleştirilmektedir. Tek başına fiyat hareketlerini inceleyerek AT strateji geliştirmek anlamlı ve sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Bu çalışmada geliştirilen AT stratejisi de fiyat hareketleri yanında hangi hisse senedinde işlem yapılacağı belirlerken temel analizden yararlanılması gerektiğini vurgular. Bu nedenle geliştirilen AT stratejisinin, literatüre anlamlı bir katkı sunması beklenmektedir. Uygulamanın gerçek işlemlerle yapılması, bu çalışmanın önemini arttırmaktadır. Uygulama esnasında karşılaşılan sorunlar tespit edilerek teori ve pratik arasında oluşabilen farklılıkların kaynağı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu stratejinin uygulanması ve sonuçlarının analizi, AT alanındaki araştırmalara yeni bir perspektif getirebilir ve daha etkili ticaret stratejileri geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

### **1.7. Algoritmik Ticaretin Finansal Piyasalar Üzerindeki Etkisi**

AT'nin finansal piyasalardaki etkileri hakkında yapılan birçok akademik çalışma; likidite, volatilité ve fiyat oluşumu gibi temel unsurları ele almıştır. AT'nin piyasa üzerindeki etkileri; işlem hacmine, kullanılan algoritmaların türüne, piyasa koşullarına ve düzenlemelere bağlı olarak değişebilir. Örneğin AT'nin volatilité üzerindeki etkisi, hisse senedi piyasalarında döviz piyasalarına göre daha fazla olabilir. Trend takip algoritmaları, volatilitéyi arttırırken piyasa yapıcı algoritmalar, volatilitéyi azaltabilir. Düzenleyiciler, AT'nin piyasalar üzerindeki olumsuz etkilerini sınırlamak için çeşitli önlemler almaktadır. Bu önlemler arasında AT sistemlerinin kaydının zorunlu hale getirilmesi ve AT faaliyetlerinin daha sıkı bir şekilde denetlenmesi yer almaktadır. Ancak AT'nin piyasa dinamikleri üzerindeki olumsuz etkileri hala etkili ve belirgin bir şekilde görülmektedir. YFT, finansal piyasaları etkileyerek yatırım ortamını değiştirmiştir. Bu nedenle, YFT'yi dikkate alarak kısa zaman dilimleriyle piyasa etkinliğini ölçmek, literatürde güncel ve önemli bir konu haline gelmiştir (Yalçın vd., 2022: 104).

Araştırmacılar, farklı analizler ve görüşlerle AT'nin piyasalardaki rolünü değerlendirmiştir. Örneğin, Gsell (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, AT'nin piyasalarda hacim ve volatilité açısından olumlu etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. Hendershott ve Riordan (2013), YFT'nin piyasa istikrarı üzerindeki etkisini değerlendirirken olumsuz bir kanıt bulamamıştır. Bu çalışma, AT'nin genellikle piyasadaki yüksek belirsizlik ve volatilité durumlarında geçici fiyatlandırma hatalarını önlediğini ve fiyat verimliliğini arttırdığını ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalarda AT'nin finansal piyasalarda olumlu etkilere sahip olduğu genel kabul görmesine rağmen bu etkilerin doğru anlaşılması ve yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. AT'nin fiyat oluşumu, likidite ve volatilité gibi temel unsurlar üzerindeki etkilerinin daha derinlemesine incelenmesi ve olası risklerin değerlendirilmesi önemlidir.

### 1.7.1. Algoritmik Ticaretin Likidite Üzerindeki Etkisi

AT, likiditeyi arttırmada belirgin bir rol oynamaktadır. Algoritmalar, piyasadaki tüm bilgileri anında analiz ederek ve fiyat sinyallerini takip ederek daha doğru fiyatların oluşmasına katkıda bulunur. Bu durum, yatırımcıların alım satım kararlarını daha doğru bir şekilde vermesini ve piyasaların daha verimli çalışmasını sağlar. Algoritmalar, anında alım ve satım emirleri vererek alım satım farklarını daraltabilir. Bu, yatırımcıların daha düşük maliyetle alım satım yapmasını ve piyasalarda daha fazla işlem yapılmasını sağlar. AT stratejileri, büyük miktarlarda alım satım yapabilir ve genellikle kısa vadeli volatilitéyi yakalayarak kâr elde etmeyi hedefler. Bu da piyasalarda işlem hacmini ve likiditeyi artırır. AT, gece ve kötü piyasa koşullarında bile likidite sağlayabilir. Otomatik işlem algoritmaları, piyasa koşullarını sürekli olarak izler ve belirlenen parametrelere göre işlem yapar. Böylece piyasalarda sürekli likidite sağlanmasına yardımcı olur. Özellikle büyük hisse senetlerinde algoritmik işlemler, teklif marjını daraltarak fiyat tekliflerinin bilgilendiriciliğini artırır. Böylece yatırımcıların yanlış tercih yapma olasılığı azalırken likidite artar (Hendershott vd., 2011: 1-41).

AT'nin likidite üzerinde olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Örneğin algoritmalar, ani ve büyük çaplı alım satım işlemleri yaparak piyasalarda ani fiyat dalgalanmalarına ve ani çöktürlere neden olabilir. Bu durum, yatırımcılar için büyük kayıplara yol açabilir. Bunun yanı sıra AT, sürü davranışına yol açabilir. Algoritmalar, piyasadaki trendleri takip ederek aşırı fiyat dalgalanmalarına ve balon oluşumuna neden olabilir. Ayrıca algoritmalar, piyasa manipülasyonu için de kullanılabilir. Bu durum, piyasaların adil ve şeffaf bir şekilde işleyişini tehlikeye atabilir. Yatırımcıların piyasalarla ilgili yanlış bilgi akışını engellemesi önemlidir. Çünkü bu durum, alıcı bulma hızını yavaşlatır ve ticaretin yavaşlamasına, buna bağlı olarak da likiditenin azalmasına neden olabilir. Bu durum; fiyatları düşürebilir ve sermayenin yanlış kullanımına yol açabilir. Algoritmik işlemlerle uğraşan katılımcılar, teknolojiye ilerlemeler sayesinde likiditenin etkinliğini artırarak



kazançlarını arttırabilir ve fiyat izleme sürelerini kısaltabilir (Hendershott ve Riordan, 2013: 1004-1005).

### 1.7.2. Algoritmik Ticaretin Volatilite Üzerindeki Etkisi

AT ile doğru fiyat oluşumunun ve hızlı fiyatlandırmanın likidite üzerinde olduğu gibi volatilite üzerinde de olumlu etkileri vardır. Algoritmalar, anında alım ve satım emirleri vererek fiyatların daha hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmesine yardımcı olur. Bu durum, piyasalarda daha fazla işlem yapılmasını ve yatırımcıların daha hızlı ve kolay bir şekilde alım satım yapmasını sağlar. Bu da volatiliteyi düşürerek piyasayı olumlu yönde etkiler. (Çelik ve Öztürk, 2022:79)

Ancak büyük algoritmik işlemciler, piyasaya büyük miktarlarda alım satım emirleri gönderebilir ve bu da fiyatlarda hızlı değişimlere neden olabilir. Hızlı fiyat değişimleri, volatiliteyi arttırabilir ve piyasalarda ani hareketlere yol açabilir. AT, bazı durumlarda piyasalarda fiyat sapmalarına neden olabilir. Özellikle likiditesi düşük olan varlık sınıflarında, ani haberlerin veya olayların meydana geldiği durumlarda AT stratejileri, fiyatların beklenenden daha hızlı bir şekilde değişmesine neden olabilir. Bu da volatiliteyi arttırabilir. AT, bazı durumlarda piyasalarda manipülasyon riskini arttırabilir. AT stratejileri, belirli fiyat seviyelerine veya işlem hacimlerine dayalı olarak otomatik olarak işlem yapabilir. Bu tür işlemler, piyasalarda yapay fiyat hareketlerine ve volatilite artışına neden olabilir. Yine sürü davranışı likiditeyi olduğu gibi volatiliteyi de olumsuz etkiler (Çelik ve Koç, 2019: 991-992). Farklı algoritmaların birbirleriyle rekabet etmesi, piyasalarda algoritmik savaşlara yol açabilir. Bu durum, piyasalarda volatilite artışına neden olabilir.

Abergel vd. (2012), AT ile volatilitenin doğrudan ilişkili olduğu, ancak bu ilişkinin AT'nin yüksek volatiliteye yol açacağı anlamına gelmediğini vurgulamıştır. Yazarlara göre bu pozitif ilişki, AT yapanların daha yüksek kâr elde etme ihtimaliyle ilgili olabilir veya yüksek volatiliteye sahip hisse senetlerindeki pozisyon alma eğilimlerinden kaynaklanabilir. Chaboud vd. (2014) ise algoritmik işlemler ile insanlar arasındaki farkları euro-dolar, yen-dolar ve euro-yen para birimlerinde incelemiştir. Bu çalışma, bu para birimlerinde günlük oynaklık ile AT miktarı arasında pozitif bir ilişki bulmuştur. Bu pozitif ilişki, para birimlerindeki oynaklığın arttığı dönemlerde AT'nin daha belirgin hale geldiğini gösterebilir.

### 1.7.3. Algoritmik Ticaretin Fiyat Keşfi Üzerindeki Etkisi

AT, son yıllarda finansal piyasalarda fiyat keşfi sürecini önemli ölçüde etkilemektedir. AT, işlemlerin otomatik ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayarak piyasadaki en güncel fiyat bilgilerinin sürekli olarak izlenmesini ve fiyat değişimlerine anında tepki verilmesini sağlar. Böylece daha hızlı ve hassas bir fiyat belirleme sürecine katkıda bulunur. AT, farklı piyasalar arasındaki fiyat farklılıklarını algılayıp kâr elde etmek için arbitraj stratejilerini uygular. Bu sayede, piyasalardaki fiyat farklılıkları hızlı bir şekilde azalır ve fiyatlar arasındaki tutarsızlıkların giderilerek piyasalarda daha etkin fiyat keşfi sağlanır. AT; belirli haber olaylarına, makroekonomik verilere veya diğer piyasa hareketlerine hızlı bir şekilde tepki verebilir. Örneğin otomatik haber analizi algoritmaları, haberler yayımlandığı anda otomatik olarak piyasalarda işlem yapabilir ve piyasalarda yeni bilgiler ve veriler, hızla fiyatlara yansır. AT; piyasalarda işlem hacmini artırır ve daha fazla likidite sağlar. Bu sayede oluşan daha derin piyasalar, daha geniş bir alıcı ve satıcı havuzu sunarak fiyatların daha etkin bir şekilde belirlenmesine yardımcı olur. AT stratejileri, genellikle teknik analiz ve trend takibine dayanır. Algoritmalar, piyasa verilerini sürekli olarak analiz ederek trendleri tanımlar ve fiyat hareketlerini tahmin etmeye çalışır. Bu da piyasalarda daha doğru fiyat tahminlerinin yapılmasını sağlar. Ancak likitide ve volatilité üzerinde olduğu gibi AT'nin piyasa manipülasyonu ve sürü davranışına sebep olması durumlarında fiyat keşfi üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır. (Çelik ve Koç, 2019: 995).

Jones (2013)'a göre AT işlemleri, bilgi işleme hızları sayesinde fiyat oluşum mekanizmasının daha iyi anlaşılmasına ve fiyatların daha doğru bir şekilde belirlenmesine katkı sağlayabilir. Bu durum, ABD borsalarında en aktif işlem gören borsa yatırım fonu SPY'deki hacmin belirgin şekilde artışını, YFT yapanların ve arbitrajcılarının fiyat keşfi konusuna verdikleri öneme bağlamaktadır. YFT işlemleri, katılımcıların stratejilerine bağlı olarak fiyat keşfine olumlu etki edebilir. Benos ve Sagade (2016)'a göre farklı stratejilere sahip algoritmik işlemler, piyasadaki yeni haberlere hızlı tepki verebilirken bazıları ise negatif sinyallere öncelik vererek fiyat baskısı yaratabilmektedir. Leone ve Kwabi (2019), FTSE100 endeksinde YFT'nin fiyat keşfi ve piyasadaki fiyat verimliliği üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan araştırma, katılımcıların anlık bilgiye sahip olmalarının piyasada rastgele hareketlere yol açmadığını ve bu nedenle AT'nin daha yüksek getiri sağlamak için kullanılabileceğini öne sürmektedir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ALGORİTMİK TİCARET STRATEJİLERİ

Algoritmik ticaret (AT) stratejileri, finansal piyasalarda manuel ya da otomatik olarak işlem yapmak için programlanmış matematiksel modellerdir. Bu stratejiler, piyasa verilerini analiz ederek ticaret sinyalleri üreten ve alım satım kararları veren bir dizi kurallar kümesine dayanır. Bu stratejilere örnekler şu şekilde verilebilir:

- **Trend Takibi Stratejisi:** Szakmary vd. (2010)'nin tanımına göre trend takibi stratejisi, belirli bir finansal varlığın fiyat trendlerini analiz ederek gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek ve bu tahminlere göre alım satım kararları vermek için kullanılan bir ticaret stratejisidir. Bu strateji, geçmiş fiyat hareketlerine dayalı bir matematiksel model kullanır ve trendin yönünü belirlemek için bir dizi göstereyi hesaplar. Trend yönü belirlendikten sonra strateji, trende uygun işlemleri yaparak kâr elde etmeyi amaçlar. Trend takibi stratejisi, teknik analizin bir alt kategorisi olarak kabul edilir ve birçok farklı gösterge ve algoritma kullanarak uygulanabilir. Bu strateji, özellikle forex piyasası, emtia piyasası ve hisse senedi piyasalarında kullanılmaktadır. Ancak, her stratejide olduğu gibi trend takibi stratejisi de risk içerir. Bu stratejinin başarılı bir şekilde uygulanması için doğru göstergelerin ve algoritmaların seçilmesinin yanısıra dikkatli bir risk yönetimi yapılması gerekir.
- **Tersine Dönüş Stratejisi:** Bu strateji, fiyatların belirli bir seviyeye ulaştığında tersine döneceğini varsayar ve bu seviyeleri takip eder. Finansal piyasalarda kullanılan bir yatırım stratejisidir. Bu strateji, belirli bir zaman diliminde belirli bir varlığın fiyat hareketinin tersine çevrildiği zamanlarda alım veya satım işlemlerinin gerçekleştirilmesini içerir (Chang vd., 2022:1). Chang vd. (2022), bu stratejinin hisse senetleri, vadeli işlemler ve döviz piyasalarında uygulanabilirliğini incelemiştir. Çalışmada, tersine dönüş stratejisinin diğer popüler yatırım stratejileri ile karşılaştırıldığında getirisi düşük, riski yüksek olmasına rağmen bazı piyasa koşullarında daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, yatırımcıların tersine dönüş stratejisini kullanmadan önce piyasa koşullarını ve stratejinin risk-getiri profiline dikkat etmeleri gerektiğini vurgulamıştır.
- **Arbitraj Stratejisi:** Bu strateji, aynı varlıkların farklı piyasalardaki fiyat farklılıklarını kullanarak kâr elde etmeyi amaçlar. Arbitraj stratejisi, finansal

piyasalarda var olan fiyat farklılıklarından faydalanarak risk almadan kâr elde etme amaçlı bir ticaret stratejisidir. Bu stratejide yatırımcı, aynı veya benzer varlıkların farklı piyasalardaki fiyat farklılıklarını yakalar ve aradaki fiyat farkından yararlanarak kâr elde eder (Tunç ve Güneş, 2022: 53).

Ross (1976) tarafından yayımlanan “*The arbitrage theory of capital asset pricing*” adlı makale, arbitraj stratejisinin temellerini ele almıştır. Bu makalede, bir portföyün fiyatının, portföyün içindeki varlıkların fiyatlarına ve piyasa riskine bağlı olduğu ve bu nedenle bir varlığın fiyatının, aynı varlığın başka bir piyasada fiyatından farklı olması durumunda arbitraj fırsatı olduğu belirtilmiştir. Arbitraj stratejisi, fiyat farklılıklarının hızla kapanması nedeniyle riski düşük bir ticaret stratejisi olarak kabul edilir. Ancak, bu stratejiyi uygulamak için yüksek hızlı işlem yapabilen ve piyasa farklılıklarını hızlı bir şekilde algılayabilen bir yatırımcı gereklidir. Bu yatırımcıların günümüzde robotlar olduğu düşünülürse hız, bir sorun olmaktan çıkmıştır. Ayrıca, arbitraj fırsatlarının nadir olduğu ve genellikle küçük fiyat farklılıklarından kaynaklandığı unutulmamalıdır.

- **Hareketli Ortalama Stratejisi:** Bu strateji, fiyatların hareketli ortalamalarına dayanarak kısa vadeli işlem sinyalleri üretir. Hareketli ortalama stratejisi, belirli bir dönem boyunca hisse senedi fiyatlarındaki hareketleri takip ederek alım satım sinyalleri üretmeye dayanan bir yatırım stratejisidir. Bu stratejide, belirli bir zaman aralığındaki fiyat hareketlerinin ortalaması, “*hareketli ortalama*” olarak adlandırılan bir gösterge ile takip edilir. Fiyat hareketi, hareketli ortalamayı aşar veya altına düşerse, alım satım sinyalleri üretmek için kullanılabilir. Örneğin, 50 günlük hareketli ortalama stratejisinde, son 50 gün içindeki fiyat hareketleri alınarak bir ortalama hesaplanır. Fiyatlar, 50 günlük hareketli ortalamanın üstüne çıkarsa bu, alım sinyali olarak yorumlanır ve hisse senedi alınır. Fiyatlar, 50 günlük hareketli ortalamanın altına düşerse bu, satış sinyali olarak yorumlanır ve hisse senedi satılır (Korkmaz, 2022: 31).

Brock vd. (1992), Neely ve Weller (2001) gibi çalışmalar, hareketli ortalama stratejisinin geçmiş fiyat hareketleri ile ilgili bilgileri kullanarak yüksek getiri sağlayabileceğini göstermiştir. Ancak stratejinin başarı oranı, piyasa koşullarına ve seçilen parametrelere bağlıdır ve geçmiş başarı, gelecekteki sonuçları garanti etmez.

- **İstatistiksel Arbitraj Stratejisi:** Bu strateji, belirli bir varlıkta gözlemlenen istatistiksel farklılıkları kullanarak farklı piyasalar arasında arbitraj fırsatları arar.

Gatev vd. (2006)'un makalesinde incelenen istatistiksel arbitraj stratejisi, temel olarak aynı sektörde yer alan farklı şirketlerin hisse senetleri arasındaki fiyat farklılıklarını belirleyerek olası bir fiyat eşitlenmesinden yararlanmayı amaçlayan kâr etmeye yönelik bir yatırım stratejisidir. Bu strateji, finansal verilerin sayısal analizi ve matematiksel modellerin kullanımı yoluyla gerçekleştirilir. Bu strateji uygulanırken yatırımcıların finansal piyasalardaki dalgalanmaları, fiyat değişimlerini ve likidite koşullarını yakından takip etmeleri önemlidir (Gatev, 2006: 798).

Ross (1976)'un geliştirdiği arbitraj stratejisi ile istatistiksel arbitraj stratejisi farklıdır. Ross (1976)'un arbitraj stratejisi, farklı finansal varlık piyasalarındaki fiyat farklılıklarından yararlanarak risksiz kâr elde etmeyi amaçlar. Bu strateji, aynı varlığı iki farklı piyasada satın almak ve daha yüksek fiyatlı piyasada satıp daha düşük fiyatlı piyasada satın alarak risksiz kâr elde etmek üzerine kuruludur. Gatev vd. (2006)'un geliştirdiği istatistiksel arbitraj stratejisi ise farklı varlık sınıflarının fiyat hareketlerinin istatistiksel olarak birbirleriyle ilişkili olduğu varsayımına dayanır. Bu strateji, farklı varlık sınıflarının fiyatlarındaki istatistiksel ayrışmaları tespit ederek bu ayrışmaların düzeltilmesi sonucu risksiz kâr elde etmeyi amaçlar. İki strateji arasındaki en temel fark, arbitraj stratejisinin spesifik bir fiyat farklılığına dayanırken, istatistiksel arbitraj stratejisinin farklı varlık sınıflarındaki fiyatların istatistiksel ilişkisine dayanmasıdır. Ayrıca, arbitraj stratejisinde risksiz kâr elde etmek için aynı varlığı iki farklı piyasada satın almak ve satmak gerektiği için işlem yapmak daha zahmetlidir ve maliyetlidir. İstatistiksel arbitraj stratejisi ise genellikle bir portföyün uzun ve kısa pozisyonlarının ayrıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Bu nedenle arbitraj stratejisine göre daha kolay uygulanabilir ve daha az maliyetlidir. Ancak her iki stratejinin de temel amacı, aynı olup fiyat farklılıklarından yararlanarak risksiz kâr elde etmektir. İki strateji de finansal piyasalarda aktif olarak kullanılmaktadır.

- **Momentum Stratejisi:** Momentum stratejisi, belirli bir zaman diliminde yüksek performans gösteren hisse senetlerinin, gelecekte de aynı performansı sergileyeceği varsayımına dayanır. Bu strateji, yatırımcıların geçmiş performansı en yüksek olan hisse senetlerini satın almalarını ve düşük performans gösteren hisse senetlerini satmalarını önerir (Daniel vd., 1997: 1037; Jegadeesh ve Titman, 1993: 705).

Momentum stratejisi, finans dünyasında bilinen en eski ve temel stratejilerden biridir ve ilk olarak 1960'larda profesyonel yatırımcılar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Ancak momentum stratejisi üzerine yapılan akademik çalışmaların çoğu, Jegadeesh ve Titman (1993)'ın "*Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications or Stock Market Efficiency*" adlı makalesine dayanmaktadır. Jegadeesh ve Titman (1993), momentum stratejisinin finansal piyasalarda etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösteren bir araştırma yapmıştır. Bu makale, momentum stratejisinin geçmiş performansı ve gelecekteki getirileri hakkında önemli bulgular ortaya koymuş ve bu stratejinin finansal piyasalarda popüler bir strateji haline gelmesine katkıda bulunmuştur.

- **Haber Duyarlılığı Stratejisi:** Haber duyarlılığı stratejisi; sosyal medya, haber siteleri ve diğer haber kaynaklarında duygu analizi yöntemlerini kullanarak finansal piyasalardaki fiyat hareketlerinin öngörülmesini amaçlar. Bu strateji; haberlerdeki pozitif, negatif veya nötr duyguların analizi yoluyla finansal varlıkların fiyatlarında meydana gelebilecek değişiklikleri tahmin etmeye çalışır (Bollen vd., 2011: 6; Wang vd., 2018: 57).

Bollen vd. (2011), Twitter verilerini kullanarak hisse senedi fiyatlarının tahmininde yüksek başarı oranları göstermiştir. Bu strateji, birçok yatırımcı ve finansal kurum tarafından kullanılmaktadır. Ancak haberlerdeki duygusal yüklerin analizinde hâlâ belirsizlikler ve güvenilirlik sorunları vardır. Bu nedenle haber duyarlılığı stratejisinin yatırımcılar tarafından yalnızca bir araç olarak kullanılması önerilmektedir.

- **Teknik Göstergeler Stratejisi:** Teknik göstergeler stratejisi, finansal piyasalarda kullanılan en yaygın AT stratejilerinden biridir. Bu stratejide göstergeler kullanılarak fiyatların gelecekteki hareketleri tahmin edilmeye çalışılır. Bu strateji; RSI, MACD, Bollinger band ve diğer teknik göstergeleri kullanarak alım satım kararları verir (Brock vd., 1992: 1745).
- **Regresyon Analizi Stratejisi:** Regresyon analizi stratejisi, finansal piyasalardaki fiyat değişimlerinin bir veya daha fazla bağımsız değişkene bağlı olduğunu varsayar. Bu strateji; fiyatların geçmiş performansı, hacim, faiz oranları ve diğer değişkenler gibi bağımsız değişkenlerle ilişkisini araştırır ve fiyatları tahmin etmek için regresyon analizi kullanır. Bu yöntem, yüksek hacimli finansal piyasalarda kullanılmaktadır ve özellikle hisse senetleri, vadeli işlemler ve döviz gibi pazarlarda başarılı olmuştur. Ancak, piyasa koşullarındaki ani değişiklikler

veya beklenmeyen olaylar nedeniyle regresyon analizi stratejisi bazen başarısız olabilir (Kimoto vd., 1990: 4).

Hyndman ve Athanasopoulos (2013), regresyon analizi stratejisinin zaman serileri tahmininde kullanılabileceğini öne sürmüştür. Zhou vd. (2016), finansal zaman serilerinin tahmininde geleneksel regresyon yöntemleri yerine dalgalı nöron modelininin kullanılmasını önermiştir. Dalgalı nöron modeli, insan beynindeki sinir ağlarının işleyişini taklit etmektedir. Bu modelde, zaman serisi verileri işlenir ve sinyallerin belirli özellikleri (örneğin momentum, trend, dalgalanma vb.) tespit edilir. Daha sonra, bu özellikler kullanılarak fiyatların gelecekteki hareketleri tahmin edilir. Çalışmanın sonuçları, dalgalı nöron modelinin finansal zaman serilerinin tahmininde diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

- **Fiyat Modeli Stratejisi:** Bu strateji, özel bir matematiksel model kullanarak fiyatları tahmin eder ve alım satım kararları verir. Fiyat modeli stratejisi, fiyat hareketlerinin belirli bir matematiksel modelle açıklanabileceği varsayımına dayanır. Bu strateji, geçmiş fiyat hareketlerini analiz ederek ve belirli bir model (hareketli ortalama, regresyon analizi, ARIMA ve GARCH vb.) uygulayarak gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmeyi amaçlar. Fiyat modeli stratejisi, AT'de yaygın olarak kullanılan bir stratejidir (Engle ve Granger, 1987: 260).

Koentegrasyon analizi, finansal piyasalardaki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanılan birçok AT stratejisi için temel bir unsurdur. Engle ve Granger (1987), finansal zaman serileri arasındaki uzun vadeli ilişkileri analiz etmek için koentegrasyon analizini tanımlamıştır. Koentegrasyon analizi, iki veya daha fazla zaman serisi arasındaki durağan ilişkileri inceleyen bir ekonometrik yöntemdir. Engle ve Granger (1987), koentegrasyon analizini finansal piyasalardaki fiyat keşfi sürecinde kullanarak piyasa anomalisi olarak kabul edilen fiyatların ortadan kalkması için bir mekanizma önermiştir. Yazarlara göre iki veya daha fazla zaman serisi eşit derecede önemli ise bunların bir koentegrasyon ilişkisi olması mümkündür. Bu, serilerin birbirleriyle ilişkili ancak ayrılmaz olduğu anlamına gelir.

Hsieh vd. (2011), yapay sinir ağlarını kullanarak geçmiş fiyat modelleri stratejisinin performansını araştırmıştır. Bu çalışmada, Taiwan ağırlıklı hisse senedi endeksi (Taiwan weighted stock exchange index-TAIEX) için geçmiş fiyat

verileri kullanılarak yapay sinir ağı eğitilmiş ve gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, geçmiş fiyat modellerinin yapay sinir ağı ile birleştirilmesinin başarılı olduğunu göstermiştir. Ancak yazarlar, bu yöntemin piyasalardaki belirsizliğe karşı savunmasız olduğunu, yapay sinir ağı modellerinin doğru sonuçlar vermek için uygun bir şekilde eğitilmeleri ve parametrelerinin ayarlanması gerektiği vurgulanmıştır. Guresen vd. (2011), İMKB endeksi verilerini kullanarak benzer bir çalışma yapmıştır.

- **Faktör Modeli Stratejisi:** Bu strateji, makroekonomik faktörler gibi dış faktörleri analiz eder ve bu faktörlerin fiyatlar üzerindeki etkisini dikkate alarak alım satım kararları verir (Fama ve French, 1996: 44). Faktör modeli stratejisi, Fama ve French (1996)'in makalesinde öne sürülen bir yatırım stratejisidir. Fama ve French (1996), hisse senedi getirilerinin, sadece piyasa getirisi (beta) ile açıklanamayacağını, fiyat ve şirket büyüklüğü faktörlerinin de hesaba katılması gerektiğini öne sürmüştür. Faktör modeli stratejisi, bu faktörleri kullanarak portföylerin getirisini arttırmayı amaçlar. Örneğin, şirketlerin büyüklüklerine ve değerlerine göre düzenlenmiş bir portföy, piyasa ortalamasından daha yüksek getiri sağlayabilir. Bu strateji, yatırımcıların piyasa getirisini aşmak için farklı faktörlerin etkisini göz önünde bulundurmalarına olanak tanır.

Carhart (1997)'in önerdiği faktör modeli stratejisi ise Fama ve French (1996)'in üç faktörlü modelinin bir uzantısıdır. Carhart (1997), dördüncü bir faktör olarak momentumun da dikkate alınması gerektiğini öne sürmüştür. Balkan ve Aygören (2020), dördüncü faktör olarak etkinlik faktörünü ortaya koymuş ve bu faktörün getiri üzerinde etkisinin bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Wu vd. (2010), neoklasik q-faktörler olarak adlandırdıkları yaklaşımları ile yatırım ve işletme kârlılığı (sermayenin getiri oranı, özkaynak kârlılığı) gibi iki ilave faktör içeren bir model ortaya koymuştur. Bu modele göre yazarlar, hem değer faktörünün hem de momentum faktörünün q-faktörleri ile açıklanabileceğini ileri sürmüştür. Fama ve French (2015), üç faktörlü modellerini bu iki faktörün çok benzerlerini içerecek şekilde beş faktörlü hale getirmiştir. Bu beş faktör arasında önceden kullanılan üç faktöre (piyasa, boyut ve değer) ek olarak yatırım kalitesi ve kârlılık faktörleri yer almıştır. Araştırmanın sonuçları, beş faktörlü modelin hisse senedi getirilerini açıklama konusunda üç faktörlü modele göre daha başarılı olduğunu göstermiştir. Yazarlar, bu sonuçların yatırımcıların daha fazla faktörü



hesaba katarak portföylerini optimize edebilecekleri anlamına geldiğini belirtmiştir. Ancak Fama ve French (2015)'in eklediği yatırım ve kârlılık faktörleri, üç faktörlü modeldeki değer faktörünü gereksiz hale getirmiştir. Bu nedenle Asness (2014), Fama ve French (2015)'in beş faktörlü modeline Carhart (1997)'in önerdiği momentum faktörünü de ekleyerek altı faktörlü yeni bir model geliştirmiştir ve değer faktörünü güncel fiyat verilerini yansıtacak şekilde yeniden oluşturmuştur. Çalışmada değer faktörünün gereksiz olmadığı ve momentum faktörünün de çok daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- **Derin Öğrenme Stratejisi:** Bu strateji ile büyük veri kümeleri analiz edilip karmaşık ilişkileri ve kalıpları öğrenen algoritmalar kullanılarak alım satım kararları verilir. Bu strateji, verileri derinlemesine işleyerek piyasa trendlerini, fiyat hareketlerini ve diğer önemli faktörleri anlamaya çalışır. Bu sayede, daha doğru ve bilgiye dayalı ticaret kararları alınabilir (Fischer ve Krauss, 2018: 654).

Fischer ve Krauss (2018), dört farklı derin öğrenme modeli (LSTM, GRU, CNN, MLP) kullanarak hem sayısal hem de metin verilerinden elde edilen özelliklerle hisse senedi fiyatlarını tahmin etmiştir. Sayısal veriler arasında açılış fiyatı, kapanış fiyatı, en yüksek ve en düşük fiyatlar, işlem hacmi ve teknik göstergeler gibi özellikler yer almaktadır. Metin verileri ise haber başlıkları ve içeriklerinden elde edilmiştir. LSTM ve GRU modelleri, diğer modellere göre daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca, metin verilerinin kullanılması ile modelin performansının arttığı görülmüştür. Bu sonuçlar, sayısal verilerin yanı sıra metin verilerinin de hisse senedi fiyat tahminlerinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir.

Hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek için derin öğrenme modellerini kullanan bir diğer çalışma ise Rezaei vd. (2021) tarafından yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, geleneksel yöntemlerden daha iyi performans göstermiştir.

- **Piyasa Yapıcılığı Stratejisi:** Bu strateji, likidite sağlayıcı olarak hareket ederek alıcıların ve satıcıların işlem yapabileceği bir piyasa yaratmaya çalışır. Piyasa yapıcılığı stratejisi, bir finansal aracın alış ve satış fiyatları arasındaki farktan kazanç sağlamak için likidite sağlamak amacıyla devamlı işlem yapma stratejisidir. Bu strateji, piyasa yapıcısının bir varlık için sürekli bir alım satım

teklifi vermesini ve bu varlığın likiditesini sağlamasını gerektirir. Bu stratejinin amacı, sağlıklı bir fiyat oluşumunu sağlamaktır (Kayalı ve Ünal, 2005: 1).

Bugün piyasa yapıcılığı, birçok finansal piyasada kullanılan yaygın bir stratejidir. Bu stratejinin kullanımı, finansal araçların likiditesini arttırmak ve piyasaların daha düzenli çalışmasını sağlamak için büyük önem taşımaktadır (Doğru ve Nacakcı, 2014: 2).

- **Volatilite Stratejisi:** Bu strateji, volatilite seviyelerine dayanarak alım satım kararları verir. Bu stratejide, opsiyon fiyatlarının dalgalanmaları üzerinde odaklanılır ve fiyat dalgalanmalarına dayalı işlem yapılır (Sinclair, 2013: 22).

Sinclair (2013), volatilite stratejisinin çeşitli yönlerini incelemiştir. Çalışmada, piyasadaki volatilite seviyesinin; piyasa yapıcılığı, delta nötr pozisyonlar, varlık fiyat hareketleri ve diğer faktörler ile birlikte nasıl kullanılabileceği, opsiyon fiyatlarının volatilitelerini tahmin etmek için kullanılabilecek farklı yöntemlerin (örneğin hareketli ortalama yöntemi, GARCH modelleri) avantajları ve dezavantajları ele alınmıştır. Ayrıca, volatilite stratejisinin risk yönetimi açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.

- **Optimum Uygulama Stratejisi:** Bu strateji, işlemlerin gerçekleştirildiği piyasada mevcut likidite ve emir defteri yapısını analiz ederek en uygun fiyattan işlem yapmaya çalışır. Akıllı yürütme stratejisi, bir yatırım kuruluşunun büyük bir emri bölüp daha küçük parçalara ayırarak bu parçaları bir borsada veya piyasada optimum fiyat ve zamanlama koşullarında yürütmek için kullandığı bir dizi matematiksel yöntem ve algoritmadan oluşan bir stratejidir (Alfonsi vd., 2010: 144).

Alfonsi vd. (2010), limit emir defterlerinin genel şekil işlevleri ile modellenmesi ve kısıtlı zaman diliminde akıllı yürütme stratejisinin nasıl optimize edileceği üzerinde durmuştur. Bu strateji, büyük bir emrin yürütülmesi sırasında likidite arayışını ve fiyat bozulmalarını minimize etmeyi amaçlar.

Bahsedilen tüm bu AT stratejileri, yatırımcıların farklı piyasa koşullarına ve varlık sınıflarına uygun olarak tasarlayabilecekleri ve yönetebilecekleri birçok seçenek sunar. Ancak, her stratejinin avantajları ve dezavantajları vardır. Ayrıca yatırımcıların stratejileri doğru bir şekilde uygulamak için uygun eğitim ve deneyime sahip olmaları gerekmektedir. Mevcut literatüre özgün bir katkı sunmayı amaçlayan bu tez çalışması,

daha önce denenmemiş bir sürekli alım satım stratejisi geliştirmeyi ve uygulamaya koymayı, ardından da elde edilen sonuçları kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi hedeflemektedir.

### 2.1. Algoritmik Ticaret Stratejilerinin Oluşturulma Süreci

AT stratejisi geliştirmek, bir dizi adımı izleyerek yapılabilir. AT stratejisi geliştirme sürecinin adımları şu şekildedir (Chan, 2013: 63; Georgakopoulos, 2015: 804):

- *Strateji belirleme:* İlk adım, ticaret stratejisi belirlemektir. Strateji, yatırımcının belirli bir finansal enstrüman üzerinde nasıl işlem yapacağına ilişkin kuralları içermelidir. Bu kurallar; teknik analiz, temel analiz, fiyat hareketleri ve diğer faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşturulabilir.
- *Veri toplama:* Veri toplama, ticaret stratejisi için önemli bir adımdır. Yatırımcılar, belirli bir finansal enstrüman hakkındaki verileri toplamak için farklı kaynakları kullanabilir. Bu veriler; fiyat hareketleri, hacim, göstergeler, haberler ve diğer faktörler olabilir.
- *Veri analizi:* Veri toplama işlemi tamamlandıktan sonra veriler analiz edilir. Bu adım; teknik analiz, temel analiz ve istatistiksel analiz gibi yöntemleri kullanarak yapılabilir. Analiz, yatırımcının ticaret stratejisi için kullanabileceği bilgi ve sinyalleri ortaya çıkarmaya yardımcı olur. Yatırımcılar, topladıkları verileri analiz ederek piyasada ne olduğunu anlamaya çalışır.
- *Strateji kodlama:* Strateji kodlama, yatırımcının ticaret stratejisini bir algoritmaya dönüştürmesidir. Bu adım, belirli bir programlama dili kullanılarak yapılabilir. Strateji, ticaret platformuna yüklenir ve otomatik ticaret işlemi başlatılır.
- *Geri test (back testing):* Geri test, ticaret stratejisinin geçmiş fiyat hareketleri üzerinde nasıl çalıştığını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Stratejinin doğruluğunu test etmek için yatırımcılar, geriye dönük test yapar. Bu, stratejinin tarihsel veriler üzerinde uygulanmasıyla yapılır. Geri test sonuçlarına göre stratejinin ne kadar etkili olduğu belirlenir. Geri test, yatırımcının stratejinin geçmiş performansını analiz etmesine ve stratejiyi iyileştirmesine yardımcı olur.
- *Optimizasyon:* Optimizasyon, yatırımcının ticaret stratejisini iyileştirmek için yapılan bir süreçtir. Bu adım, stratejinin geçmiş performansını analiz ederek parametrelerin optimize edilmesiyle yapılır.
- *Canlı ticaret:* Stratejinin gerçek zamanlı piyasalarda test edilmesi önemlidir. Ticaret stratejisi, geri test ve optimizasyon aşamalarından sonra canlı ticaret

yapmak için hazırdır. Bu adım, ticaret stratejisinin gerçek zamanlı fiyat hareketlerine nasıl yanıt verdiğini belirlemek için kullanılır.

- *Risk yönetimi*: AT stratejisiyle ilişkili risklerin belirlenmesi ve yönetilmesidir. “Zarar-durdur (stop-loss)” emirleri, risk limitleri ve pozisyon boyutlandırma gibi risk yönetim yöntemleri kullanılabilir.
- *Sürekli izleme ve güncelleme*: AT stratejileri sürekli izlenmeli ve güncellenmelidir. Bu, piyasa koşullarının değişmesi durumunda stratejinin uyarlanması gerektiği anlamına gelir.

## 2.2. Stratejilerin Verimliliğini Arttırmak için Kullanılan Faktörler

AT stratejilerinin başarıya ulaşması ve verimliliğini arttırmak için dikkate alınması gereken faktörler şunlardır (Chaboud vd., 2014: 2056; Vedapradha vd., 2023: 2; Treleaven vd., 2013: 80):

- *Uygun pazar seçimi*: AT stratejileri, belirli pazar koşullarına göre tasarlanmalıdır. Farklı piyasalar, en iyi performans için farklı stratejiler gerektirebilir ve çeşitli piyasalarda işlem yapmak, sistem performansını arttırabilir.
- *Doğru zamanlama*: Stratejileri piyasa koşullarına göre optimize etmek ve işlemleri doğru zamanlarda gerçekleştirmek, başarılı AT stratejileri için kritiktir.
- *İşlem büyüklüğü*: Risk toleransına dayalı olarak işlem büyüklüğünü belirlemek önemlidir. Çünkü bu, kârlılığı ve risk seviyelerini etkileyebilir. İşlem büyüklüklerini ayarlamak ve risk yönetimi stratejileri kullanmak, sistem verimliliğini arttırabilir.
- *Risk yönetimi stratejileri*: “Zarar durdur” emirleri ve pozisyon büyüklüğü sınırları gibi risk yönetim tekniklerini uygulamak, ticaret risklerini en aza indirebilir ve performansı arttırabilir.
- *Veri analizi*: AT stratejilerinin başarısı için doğru veri analizi, hayati öneme sahiptir. Performans, belirli veri dönemlerinin kesin analizi ile belirlenir.
- *Daha hassas veri kullanımı*: Daha yüksek frekansta veri, ticaret sistemlerinin performansını arttırabilir.
- *Optimize edilmiş parametreler kullanma*: Parametreleri optimize etmek, ticaret sistemlerinin performansını arttırabilir.
- *Daha iyi trend filtreleri kullanma*: İyileştirilmiş trend filtrelerini kullanmak, daha doğru piyasa yönü bilgisi sağlayarak ticaret sistem performansını arttırabilir.

Bu faktörler, AT stratejilerinin başarısını sağlamak için kritiktir. Piyasa koşulları, zamanlama, işlem büyüklüğü, risk toleransları, veri analizi, veri hassasiyeti, parametre optimizasyonu ve trend filtreleri göz önüne alındığında AT stratejilerinin etkinliği arttırılabilir ve daha başarılı ticaret sistemleri geliştirilebilir.

### **2.3. Algoritmik Ticaret Stratejilerinin Robota Dönüşmesi**

AT stratejilerinin sisteme ve robota dönüştürülmesi, belirli bir stratejinin yazılım koduna dönüştürülmesini gerektirir. Bu işlem, bir yazılım geliştiricisi veya bir AT uzmanı tarafından yapılabilir. Stratejinin kod haline getirilmesi, belirli bir platform veya programlama dili için uygun şekilde yazılması gerektiği anlamına gelir.

AT stratejisinin sistem ve robota dönüştürülmesi, belirli bir borsa veya piyasa için uygun bir uygulama programlama arayüzü (application programming interface-API) kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu API'lar, ticaret işlemlerinin otomatik olarak yapılmasını sağlamak için programlama dilleri ve işlem protokolleri sağlar.

Bir AT stratejisi, bir robotun ticaret platformuna yüklenerek otomatik olarak çalıştırılabilir. Bu robotlar, belirli bir stratejiye göre gerçekleştirilir. AT stratejileri, hızlı veri işleme teknolojileri ve YFT ile birleştirildiğinde piyasaların hareketlerine hızla tepki vererek kârlı ticaret fırsatları yakalayabilir. Ancak, bu tür stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması ciddi bir bilgi ve deneyim gerektirir.

AT stratejisi geliştirdikten sonra bu stratejinin sistem ve robota dönüştürülmesi, aşağıdaki adımları içerir:

#### 1. *Kodlama:*

- Belirli bir programlama dili kullanarak strateji kodlanır.
- Stratejiyi test etmek için bir geri test ortamı kurulur.

#### 2. *Sistem entegrasyonu:*

- Strateji, bir ticaret platformuna veya bir borsanın API'sına entegre edilir.
- Platformun veya API'nın sağladığı özellikler kullanılarak strateji, otomatik ticaret için ayarlanır.

#### 3. *İzleme ve yeniden değerlendirme:*

- Stratejinin performansı izlenir ve yeniden değerlendirilir.
- Stratejinin nasıl çalıştığına dair veriler analiz edilir ve performansını artırmak için gerektiğinde strateji optimize edilir.
- Stratejinin verimliliği hakkında düzenli raporlar hazırlanır.

Bu adımlar, AT stratejisi geliştirme ve bu stratejinin sistem ve robota dönüştürülmesi sürecinde genel olarak izlenebilecek adımlardır. Ancak, her stratejinin kendine özgü özellikleri ve gereksinimleri olabileceği için bu adımlar, her zaman aynı sırayı takip etmeyebilir.

AT robotu oluşturmak için aşağıdaki gereksinimlere ihtiyaç duyulur (Katyetova 2023: 27; Maknickienė vd., 2020: 138; Wafi, 2015: 496; Goodrich vd., 2014: 3):

- *Programlama becerileri:* AT robotu yazılımı, bir programlama dili kullanılarak yazılır. Bu nedenle, algoritmayı yazabilmek ve en az bir programlama dilini iyi bir şekilde bilmek gerekebilir.
- *API erişimi:* Birçok borsa ve ticaret platformu (FVS'ler), ticaret robotları tarafından kullanılacak bir API sağlar. Bu nedenle, robotun ticaret platformu veya borsanın API'sine erişebilmesi için gereken bilgiler bilinmelidir.
- *Finansal piyasa bilgisi:* AT robotlarının nasıl çalıştığını anlamak için finansal piyasalar hakkında bilgi sahibi olmak gerekebilir. Bu nedenle, finansal piyasaların nasıl çalıştığını, fiyat hareketlerinin nelerden etkilendiğini ve teknik analiz yöntemlerini öğrenmek önemlidir.
- *Algoritma oluşturma becerileri:* AT robotları, belirli bir stratejiye uygun olarak çalışacak şekilde tasarlanır. Bu nedenle, algoritmalar oluşturma ve test etme becerilerine ihtiyaç olacaktır.
- *Veri analizi becerileri:* AT robotları, büyük miktarda finansal veri kullanır. Bu verileri analiz etmek ve işlemek için veri analizi becerilerine ihtiyaç olabilir.
- *Risk yönetimi yeteneği:* AT robotu yazılımı, risk yönetimi stratejilerini uygulayarak kayıpları minimize etmek için tasarlanmıştır. Bu nedenle, risk yönetimi yeteneklerine sahip olmak ve alınan riski yönetmek gerekebilir.
- *Sunucu ve bağlantı hızı:* AT robotları, hızlı bir şekilde işlem yapabilmeleri için hızlı bir internet bağlantısı ve güçlü bir sunucu gerektirir.

### 2.3.1. Algoritmik Ticaret ve Fintekler

AT, finansal piyasaların dinamiklerini değiştiren önemli bir yeniliktir ve bu bağlamda finansal teknoloji (Fintek) şirketleri, AT'nin uygulanmasında ve gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. Fintekler, AT'nin ihtiyaç duyduğu yüksek hızlı işlem yapabilen platformlar, veri analizi ve işlem otomasyonu gibi teknolojik çözümler sunarak

büyük veri kümelerinin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesini sağlar. Yapay zeka ve makine öğrenimi gibi ileri teknolojileri kullanarak ticaret algoritmalarının daha akıllı ve etkili olmasını mümkün kılar. Bu teknolojiler, piyasa verilerini analiz eder, ticaret fırsatlarını belirler ve risk yönetimi stratejilerini optimize eder. AT'nin başarısı, doğru ve anlık piyasa verilerine dayanır, bu yüzden Fintekler büyük veri analitiği ve gerçek zamanlı veri akışı hizmetleri sunarak algoritmaların doğru kararlar almasını destekler. Ayrıca, AT sistemlerinin güvenliğini sağlamak ve düzenleyici gereksinimlere uyumlu hale getirmek için çeşitli güvenlik ve uyum çözümleri sunarak hem kullanıcıların hem de piyasanın güvenliğini artırır. Fintekler, AT yapan kurumların farklı piyasalara ve likidite kaynaklarına kolayca erişimini sağlayarak ticaret stratejilerinin daha geniş bir yelpazede uygulanabilmesine ve piyasa etkinliğinin artmasına katkıda bulunur. Eğitim ve danışmanlık hizmetleri sunarak yatırımcıların ve kurumların AT hakkında bilgi sahibi olmasını ve etkin stratejiler geliştirmesini sağlarlar. Örneğin, Ideal ve Matrix gibi platformlar, AT için veri sağlama ve strateji geliştirme araçları sunan popüler Fintek örnekleridir. Sonuç olarak, AT'nin etkin ve güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için Finteklerin sunduğu çözümler, kritik öneme sahiptir. Bu teknolojik ve hizmet tabanlı destekler, AT'nin yaygınlaşmasını ve daha fazla yatırımcı tarafından benimsenmesini sağlar. FVS'ler ve API'lar, Fintek sektörünün önemli bileşenleridir ve AT'nin etkinliğini artırmak için kritik verileri ve hizmetleri sunar (Demirdöğen, 2020: 45; Öztürk, 2024: 20; Demir, 2023: 2, Küçükıralı ve Afşar, 2022: 670; Durmuş, 2023: 14).

AT stratejisi geliştirirken FVS'ler, veri toplama ve analizinde kritik bir rol oynamaktadır. Bunlar, yatırımcılara finansal verileri (hisse senetleri, döviz kurları, emtia fiyatları, endeksler vb.) sağlar ve bu veriler, yatırımcıların algoritmalarını geliştirmek ve test etmek için kullanılabilir.

FVS'ler, ayrıca yatırımcılara geçmiş fiyat hareketleri ve diğer finansal göstergeler gibi birçok farklı veri türünü sunar. Bu veriler; AT stratejilerini optimize etmede, test etmede ve gerçek zamanlı ticaret kararlarında kullanılabilir. Yatırımcılar, verileri farklı zaman dilimlerinde ve farklı şekillerde analiz edebilir ve algoritmalarına uygulayabilir.

Özellikle YFT'de FVS'ler, hızlı ve güvenilir veri aktarımı sağlamak için büyük önem taşır. Bu nedenle yatırımcılar, algoritmalarını ve stratejilerini geliştirirken hızlı ve güvenilir bir veri sağlayıcısı seçmek için dikkatli bir şekilde araştırma yapmalıdır. Bazı FVS'ler şunlardır:

- *Bloomberg terminali*: Finansal veri, haberler, araştırmalar ve analizler sunan bir platformdur.
- *Yahoo finance*: Şirket haberleri, finansal veriler ve piyasa analizleri sunan bir web sitesidir.
- *Morningstar*: Hisse senedi, tahvil, fon ve diğer yatırım araçları için finansal veri, araştırma ve analiz sağlayan bir platformdur.
- *Fact set*: Finansal veri, araştırma ve analizler sunan bir platformdur.
- *S&P global market intelligence*: Finansal veriler, haberler ve analizler sunan bir platformdur.
- *Quandl*: Finansal ve ekonomik verilerin yanı sıra alternatif veriler sağlayan bir platformdur.
- *IEX cloud*: Finansal piyasalar için veri sağlayan bir platformdur.
- *Intrinio*: Finansal veri ve analizler sunan bir platformdur.
- *Refinitiv*: Finansal veri, haberler ve analizler sunan bir platformdur.

Ülkemizde faaliyette olan bazı FVS'ler ise Şunlardır:

- *Matriks*: En yaygın kullanılan FVS'lerden biridir. Finansal verilerin yanı sıra AT platformları da sunmaktadır.
- *Ideal data*: Türkiye'nin ilk özel FVS'lerden biridir. Finansal verilerin yanı sıra piyasa analiz araçları, AT platformu ve mobil uygulamalar da sunmaktadır.
- *Foreks*: Türkiye'de yaygın olarak kullanılan bir fvs'dir. Finansal verilerin yanı sıra haberler, analizler ve mobil uygulamalar da sunmaktadır.

API ise yazılım uygulamaları arasında veri alışverişini sağlayan bir arayüzdür. API'lar, farklı kaynaklardan finansal verileri çekmek için kullanılabilir. Bu veriler; fiyat hareketleri, hacim, göstergeler, haberler, temel veriler ve diğer faktörleri içerebilir. API'lar, bu verilerin alınması ve işlenmesi için gereken arayüzü sağlar.

API'lar, AT stratejisi geliştirme ve ticaret platformuna entegrasyonu için çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Bunlar arasında veri toplama, strateji kodlaması, geri test ve canlı ticaret gibi işlemler yer alır. AT stratejisi geliştirme sürecinde API'lar, aynı zamanda ticaret stratejisinin kodlanması için kullanılabilir. Stratejinin algoritma haline getirilmesi, belirli bir programlama dili kullanılarak yapılabilir ve API'lar bu süreci kolaylaştırır. API'lar, geri test ve canlı ticaret aşamalarında da kullanılabilir. Geri test aşamasında API'lar, ticaret stratejisi için kullanılan verileri almak için kullanılabilir. Canlı ticaret



aşamasında ise API'lar, ticaret platformundan gerçek zamanlı fiyat verilerini almak için kullanılabilir. Bu nedenle API'ların kullanımı, AT stratejisi geliştirme sürecinde önemli bir role sahiptir.

### 2.3.2. Algoritmik Ticarete Kullanılan Robot Türleri

AT'de kullanılan robot türleri, yatırımcıların ticaret stratejilerine ve piyasa koşullarına göre değişebilir ve farklı şekillerde kullanılabilir. Ancak, genel olarak AT'de kullanılan robot türleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- *Trend takip robotları*: Trend takip robotları, belirli bir finansal enstrümanın fiyatının trend yönüne uygun işlemler yapar.
- *Arbitraj robotları*: Arbitraj robotları, farklı finansal piyasalarda aynı finansal enstrümanların farklı fiyatlarını tespit ederek fiyat farkından kâr elde etmeyi hedefler. Bu robotlar, fiyat farkının olduğu piyasalarda düşük fiyattan alır ve yüksek fiyattan satar.
- *İstatistiksel robotlar*: İstatistiksel robotlar, matematiksel modeller ve istatistiksel analizler kullanarak belirli bir finansal enstrümanın gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmeye çalışır.
- *Hareketli ortalama robotları*: Hareketli ortalama robotları, belirli bir finansal enstrümanın fiyatının hareketli ortalamasına göre işlem yapar.
- *Girdap robotları*: Girdap robotları, ani fiyat hareketlerinin olduğu piyasalarda işlem yapar. Bu robotlar, belirli bir finansal enstrümanın fiyatındaki ani değişiklikleri tespit ederek bu değişikliklerden kâr elde etmeye çalışır.
- *Yüksek frekanslı ticaret (YFT) robotları*: YFT robotları, son derece hızlı işlem yaparak kısa süreli fiyat hareketlerinden kâr elde etmeyi hedefler. Bu robotlar, genellikle yüksek teknoloji donanım ve yazılımlar kullanır.
- *Kademe robotları*: Kademe robotları, piyasada belirli bir fiyat seviyesinde mevcut olan alış ve satış emirlerini takip ederek bu emirlerin gerçekleşmesi durumunda belirli bir fiyat seviyesinde alım veya satım işlemi yapar. Bu sayede piyasadaki likidite durumunu takip ederek işlemleri daha etkin bir şekilde gerçekleştirmeyi hedefler.

Uygulamada kullanılan sürekli alım satım stratejisine dayalı robot, bir kademe robotu olarak kabul edilebilir. Kademe robotuna örnek olarak, İdeal tarafından

hazırlanmış<sup>2</sup> Excel üzerinden okuyarak çalışan bir robot gösterilebilir. Alım yapılmak istenilen hisse senetlerinin alış fiyatı, “kâr al” ve “dur” seviyeleri, emir miktarı, Excel sütunlarına yazılır. Hisse senetlerini, belirlenen fiyat seviyelerine düşünce alan, “kâr al” veya “zararı durdur” fiyatlarına gelince satan ve pozisyonu kapatan, her bir hisse senedi için kaç lot işlem yapılacağını da Excel üzerinden okuyarak çalışan bir kademe robot kodu örneği, Ek 1’de; Excel dosya örneği ise Şekil 3’te gösterilmiştir.

SENET	AL	KARAL	STOP	MIKTAR
AKBNK	17,32	17,49	1	1155
AKSEN	50,49	51	1	396
ALARK	79,35	80,15	1	252
ARCLK	91,33	92,25	1	219
ASELS	46,55	47,02	1	430
EGEEN	4350,36	4394,3	1	5
ENISA	27,36	27,64	1	731
ENKAI	23,52	23,76	1	850
GARAN	26,75	27,02	1	748
HALKB	10,30	10,4	1	1943
IPEKE	34,00	34,34	1	588
ISCTR	10,23	10,33	1	1956
KCHOL	70,24	70,95	1	285
KOZAA	44,00	44,44	1	455
KOZAL	330,07	333,4	1	61
MGROS	125,73	127	1	159
ODAS	10,90	11,01	1	1835
OTKAR	912,29	921,5	1	22
OYAKC	20,28	20,48	1	986
PETKM	18,07	18,25	1	1107

Şekil 3. Kademe Robotunun Excel Dosya Örneği

<sup>2</sup> Sezai Kılıç A’dan Z’ye İdeal Sistem [https://idealddata.com.tr/downloads/iDeal\\_SistemGenel.pdf](https://idealddata.com.tr/downloads/iDeal_SistemGenel.pdf) Erişim Tarihi: 29.05.2023

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### UYGULAMA

Bu tezin uygulama bölümünde bir “sürekli alım satım stratejisi” geliştirilmiş ve strateji, robota bağlanarak BİST30 hisse senetlerinde gerçek piyasa verileri ile canlı alım satım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ardından, gerçekleştirilen işlemlerin sonuçları analiz edilmiştir.

Uygulamada kullanılan Ideal platformu, AT stratejisi geliştirmek isteyenler için birçok avantajlı özelliğe sahip bir platformdur. Öncelikle, borsa verilerini saniyelik periyotlarla sağlayabilmesi, stratejilerin güncel ve doğru veriler üzerinden geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca, C# kodlama dilini kullanarak stratejilerin geliştirilmesine olanak sağlaması, yazılım geliştiricilerin aşına olduğu bir dilde işlem yapmalarına imkân vermektedir. Ideal platformu ayrıca, veri tabanı bağlantılarına izin vererek stratejilerin geliştirilmesindeki veri yönetimi işlemlerini de kolaylaştırmaktadır. Performans testi (geri test), sorgu (tarama), optimizasyon, canlı test ve robota bağlanma gibi özellikleriyle de AT için gereksinim duyulan tüm özellikleri sunmaktadır. Bu nedenle FVS ve API olarak Ideal data kullanılmıştır.

#### 3.1. Sürekli Alım Satım Stratejisi

Sürekli alım satım (continuous trading) stratejisi; hisse senetleri, kripto para, forex gibi her türlü piyasada kullanılabilen ve yatırımcıların fiyat hareketlerinden faydalanarak kâr elde etmeyi hedeflediği bir stratejidir. Bu strateji tanımlanırken aşağıdaki adımları içeren bir yaklaşım kullanılabilir:

- *Varlık seçimi:* Stratejiyi uygulamak için takip edilecek varlıkları belirlemek önemlidir. Bu tez çalışmasında uygulama için BİST30 endeksinden 27 adet hisse senedi belirlenmiştir. Fiyatı 200 TL'nin üstünde olan FROTO, GUBRF, TOASO ve PGSUS hisse senetleri dâhil edilmemiştir. 1 Temmuz'da BİST30'dan çıkarılan AKSEN ve aynı tarihte BİST30'a dâhil edilen ASTOR, çalışmaya dâhil edilmiştir.

19.01.2023-16.06.2023 tarihleri arasında 100 günlük BİST30 endeksi ve belirlenen hisse senetlerinin günlük getiri oranları Ek 2'de verilmiştir. Hisse senetlerinin beta katsayısı, regresyon analizi ile hesaplanmış ve Tablo 1'de gösterilmiştir. Beta katsayısı, herhangi bir hisse senedinin pazar endeksinde meydana gelen dalgalanmalara karşı olan duyarlılığını ölçen bir katsayıdır (Kaderli, 2001: 57). Tezin uygulama aşamasında kullanılan bot, belirlenen 27 hisse senedinden 1'er lot sürekli alım satım

işlemi yapacağı için portföydeki hisse senetlerinin ağırlıkları, Tablo 1'deki gibi oluşmaktadır. Portföyde en büyük ağırlığa sahip olan hisse senetleri BIMAS (%13,12) ve THYAO (%13,07) iken en düşük ağırlığa sahip olan hisse senedi ise EKGYO (%0,5)'dur. Portföyün beta değeri, bu ağırlıklara göre alındığında 0,99 olarak hesaplanmıştır. Bu değere bakıldığında belirlenen hisse senetlerinin BİST30'u temsil ettiği söylenebilir.

**Tablo 1.** Hisse Senetleri ve Beta Değerleri

No	Hisse Senedi	İlk Alım Fiyatı (TL)	Ağırlık (%)	Beta Değeri
1	AKBNK	18,56	1,38	1,07
2	AKSEN	29,82	2,22	0,88
3	ALARK	69,55	5,18	1,03
4	ARCLK	105,70	7,88	1,18
5	ASELS	24,46	1,82	0,32
6	ASTOR	56,15	4,18	0,79
7	BIMAS	176,10	13,12	0,81
8	EKGYO	6,76	0,50	1,14
9	ENKAI	27,26	2,03	0,94
10	EREGL	35,66	2,66	0,89
11	GARAN	29,44	2,19	1,02
12	HEKTS	29,74	2,22	1,28
13	ISCTR	13,07	0,97	1,06
14	KCHOL	96,45	7,19	1,18
15	KOZAA	44,78	3,34	0,97
16	KOZAL	20,98	1,56	0,55
17	KRDMD	19,44	1,45	1,17
18	ODAS	6,93	0,52	1,09
19	PETKM	13,80	1,03	1,09
20	SAHOL	42,86	3,19	1,04
21	SASA	53,50	3,99	0,07
22	SISE	40,04	2,98	1,23
23	TAVHL	85,45	6,37	1,14
24	TCELL	34,80	2,59	1,09
25	THYAO	175,40	13,07	1,20
26	TUPRS	72,75	5,42	1,06
27	YKBNK	12,41	0,92	1,03

- *Alım yapma:* Belirlenen varlıklardan, ilk alımda piyasa fiyatı seviyesinden alım yapmak gerekmektedir. Alım işlemi gerçekleştirildiğinde, alınan varlık ve fiyat bilgileri veri tabanına kaydedilmelidir. Piyasa fiyatının belirli bir oranda düşmesiyle tekrar alım yaparak varlık ve fiyat bilgileri veri tabanına kaydedilir. Hisse fiyatı 1 TL olan bir hisse senedinde %1'lik her kademe artış, hisse fiyatında

1 kuruşluk bir artışa denk gelirken, hisse fiyatı 5 TL olan bir hisse senedinde %0,2'lik kademe artışı, hisse fiyatında 1 kuruşluk bir artışa denk gelmektedir. Robot, hisse senedi alımı yaparken piyasa fiyatından emir gönderdiği için bir kademe kayma da göz önüne alınmalıdır. Bu sebeple, en düşük alış aralığının %0,4 olması ve hisse fiyatı 7 TL ve üzeri olan hisse senetlerinde kullanılması uygun görülmektedir. Dolayısıyla, uygulamada alım oranı %0,4 olarak belirlenmiştir.

- *Kâr alım seviyesi:* Alım yapılan varlık, belirli bir oranda yükseldiğinde satılmak üzere hedef bir kâr seviyesi belirlenmelidir. Fiyat, belirlenen kâr seviyesine ulaştığında satış işlemi gerçekleştirilir ve listeden silinerek elde edilen kâr kaydedilir. Hedef kâr seviyesi düşük belirlenirse robot hisse senedi alışını fazla yapacağı için robotun elindeki lot miktarı, işlem sayısı ve aracı kuruma ödenen komisyon ve vergiler artacaktır. Bu nedenle uygulamada kâr alma seviyesi, %0,6 olarak belirlenmiştir.
- *Yeniden alım:* Varlık, yükseliş trendinde devam ederken satıldığı noktadan tekrar alım yapmak, stratejinin bir parçasıdır. Yeniden alım yapıldığında alınan varlık, listeye eklenir ve aynı kâr alma stratejisi ile satış işlemi gerçekleştirilir.

Bu strateji, piyasa hareketlerini sürekli takip ederek fırsatları değerlendirmek için otomatik işlem sistemleri veya AT botları aracılığıyla gerçekleştirilir. Sürekli alım satım stratejisinin, çoğu teknik göstergeler stratejilerinin aksine yatay ve volatil piyasalarda daha iyi getiriler sunması beklenir. Bu stratejide düşen piyasada alım yapılarak eldeki varlık miktarı artırılırken, piyasa yükselişe geçtiğinde eldeki varlıklar belirlenen kâr oranı ile satılır. Ancak, stratejinin başarılı olabilmesi için piyasa analizi, risk yönetimi ve uygun parametrelerin belirlenmesi önemlidir.

### 3.1.1. Veri Tabanı Yapısı

Uygulamada veri tabanı olarak MS Access kullanılmıştır. Kullanılan veri tabanı; kurallar, alınanlar ve kâr olmak üzere üç tablodan oluşmaktadır. Kurallar sayfası, robot çalıştırılmadan önce doldurulur. Robot, diğer sayfaları alım satım yaptıkça otomatik olarak doldurur. Tablo 2, 3 ve 4'te sırasıyla kurallar, alınanlar var kâr sayfası örnekleri görülmektedir.

**Tablo 2.** Kurallar Sayfası

id	hisse_adi	alis	satis	lot_sayi	Ekleme için Tıklayın
3	AKBNK	0,4	0,6	1	
5	AKSEN	0,4	0,6	1	
6	ALARK	0,4	0,6	1	
7	ARCLK	0,4	0,6	1	
8	ASELS	0,4	0,6	1	
9	ASTOR	0,4	0,6	1	
10	BIMAS	0,4	0,6	1	
11	EKGYO	0,4	0,6	1	
12	ENKAI	0,4	0,6	1	
13	EREGL	0,4	0,6	1	
14	GARAN	0,4	0,6	1	
15	HEKTS	0,4	0,6	1	
16	ISCTR	0,4	0,6	1	
17	KCHOL	0,4	0,6	1	
18	KOZAA	0,4	0,6	1	
19	KOZAL	0,4	0,6	1	
20	KRDMD	0,4	0,6	1	
21	ODAS	0,4	0,6	1	
22	PETKM	0,4	0,6	1	
23	SAHOL	0,4	0,6	1	
24	SASA	0,4	0,6	1	
25	SISE	0,4	0,6	1	
26	TAVHL	0,4	0,6	1	
27	TCELL	0,4	0,6	1	
28	THYAO	0,4	0,6	1	
29	TUPRS	0,4	0,6	1	
30	YKBNK	0,4	0,6	1	

Tablo 2’de görüldüğü gibi kurallar sayfasına girilmesi gereken bilgiler, şu şekildedir:

- *Hisse adı*: İşlem yapılacak hisse senedinin adı girilir.
- *Alış*: Alım yapılacak fiyat aralığı, yüzde olarak girilir.
- *Satış*: Kâr alma seviyesi belirlenir.
- *Lot sayısı*: Alınacak miktar girilir. Pozisyon boyutu ayarlaması yapılır.

**Tablo 3. Alınanlar Sayfası**

id	hisse_adi	aldigi_yer	alinacak_ye	satilacak_ye	lot_sayı	Ekleme için Tıklayın
1631	EREGL	43,88	43,75	44,14	100	
1632	EREGL	43,74	43,61	44,00	100	
1697	EREGL	43,56	43,43	43,82	100	
1840	EREGL	42,94	42,81	43,20	150	
1841	EREGL	42,80	42,67	43,06	150	
*	Yeni					

Tablo 3'te görüldüğü gibi alınanlar sayfasındaki bilgiler, şu şekildedir:

- *Hisse adı*: Alınan hisse senedinin adını yazar.
- *Aldığı yer*: Hisse senedini aldığı kademeyi yazar.
- *Alınacak yer*: Hisse senedinin fiyatı düştüğünde tekrar alım yapacağı kademeyi yazar.
- *Satılacak yer*: Hisse senedinin fiyatı yükseldiğinde satış yapacağı kademeyi yazar.
- *Lot sayısı*: İşlem yapacağı lot sayısını yazar.

**Tablo 4. Kâr Sayfası**

id	hisse_adi	alis_yeri	satis_yeri	lot_sayisi	kar	toplam_tute	tarih
522	SISE	21,76	21,86	25	2,50	€7.971,00	20.06.2022 15:...
523	SISE	21,86	21,98	25	3,00	€7.427,00	20.06.2022 17:0...
524	SISE	21,96	22,10	25	3,50	€6.880,50	20.06.2022 17:1...
525	SISE	22,06	22,18	25	3,00	€6.331,50	20.06.2022 17:3...
526	SISE	22,16	22,26	25	2,50	€5.780,00	20.06.2022 17:5...
527	SISE	22,28	22,42	25	3,50	€5.226,00	20.06.2022 17:4...
528	SISE	22,22	22,34	25	3,00	€6.342,00	20.06.2022 17:5...
529	SISE	22,3	22,42	25	3,00	€5.786,50	20.06.2022 17:5...
530	SISE	22,4	22,72	25	8,00	€5.229,00	21.06.2022 10:0...
531	SISE	22,7	22,82	25	3,00	€5.236,50	21.06.2022 11:1...
532	SISE	22,56	22,68	25	3,00	€6.938,50	21.06.2022 15:5...
533	SISE	22,24	22,34	25	2,50	€8.053,00	22.06.2022 10:1...
534	SISE	22,24	22,34	25	2,50	€8.053,00	22.06.2022 13:1...
535	SISE	22,32	22,44	25	3,00	€7.497,00	22.06.2022 13:1...
536	SISE	22,24	22,32	25	2,00	€8.613,50	22.06.2022 16:2...
537	SISE	22,32	22,42	25	2,50	€8.057,50	22.06.2022 17:1...
538	SISE	21,96	22,08	25	3,00	€10.268,00	28.06.2022 12:2...
539	SISE	21,22	21,36	25	3,50	€11.242,00	13.07.2022 11:1...
540	SISE	21,32	21,46	25	3,50	€10.711,50	13.07.2022 11:5...
541	SISE	20,94	21,08	25	3,50	€12.291,50	13.07.2022 15:5...
542	SISE	21,2	21,56	25	9,00	€11.241,50	28.07.2022 10:0...
543	SISE	21,32	21,56	25	6,00	€10.711,50	28.07.2022 10:0...
544	SISE	21,44	21,58	25	3,50	€10.178,50	28.07.2022 10:0...
545	SISE	21,46	21,60	25	3,50	€10.179,00	28.07.2022 13:2...

Tablo 4’te görüldüğü gibi kâr sayfasındaki bilgiler, şu şekildedir:

- *Hisse adı*: Satılan hisse senedinin adını yazar.
- *Alış yeri*: Satılan hisse senedinin alım fiyatını yazar.
- *Satış yeri*: Satılan hisse senedinin satım fiyatını yazar.
- *Lot sayısı*: Satılan hisse senedinin miktarını yazar.
- *Kâr*: İşlem sonucu ele edilen kârı yazar.
- *Toplam tutar*: Alınanlar tablosunda yazan hisselerin toplam tutarını yazar.

### 3.1.2. Stratejiye Göre Yapılan İşlemler ve Hacim İlişkisi

Sürekli alım satım stratejisini geliştirmek için öncelikle canlı test sürecinde yapılan işlemlerin ve uygulama sırasında yapılan işlemlerin saatlik dağılımı incelenmiştir. Finans ve ekonomi alanında birçok araştırmacı, borsalarda işlem saatlerinin etkisini incelemiş ve saatlik işlem verilerini analiz etmiştir. Literatürde dünya borsaları ve BİST’te yapılan işlemlerin saatlik dağılımıyla ilgili akademik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri, Çinko (2015)’nin gerçekleştirdiği çalışmadır. Çalışmada, BİST100 endeksinin gün içi on beşer dakikalık getirilerinin yapısı ve standart sapması incelenmiştir. Gün içi verilerin incelenmesi, getirilerin belirli saat dilimlerinin şeklinin anlaşılması ve standart sapmalarının dağılımının öğrenilmesi açısından önemlidir. Araştırmalar, gün içinde oluşan getirilerin standart sapmalarının genellikle U tipi bir dağılım gösterdiğini tespit etmiştir. Bu U tipi dağılım, borsanın açılışında standart



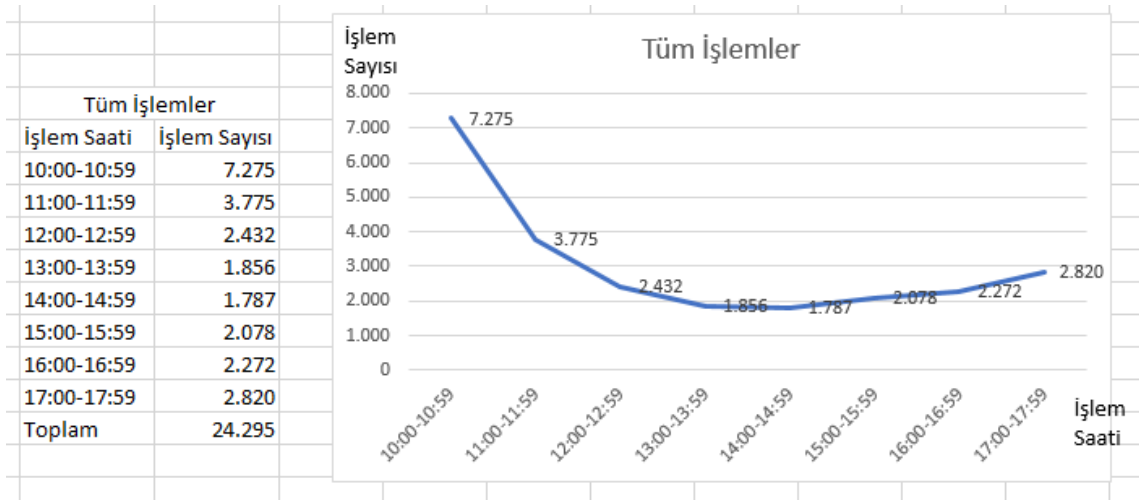
sapmanın yüksek olduğunu, zaman ilerledikçe standart sapmanın düşmeye başladığını ve kapanışa doğru yeniden standart sapmanın arttığını göstermektedir. Çinko (2015)'nin yaptığı bu çalışmaya göre getirilerin standart sapmalarının grafiklerine bakıldığında birinci seansta J tipi, ikinci seansta ise W tipi bir standart sapma olduğu görülmüştür (Çinko, 2015: 141-152).

Bu tez çalışması kapsamında, sürekli alım satım işlemi yapan robotların tüm işlemleri kaydedilmiş ve işlemlerin gerçekleşme saatleri, işlemlerin hangi saniyede gerçekleştirildiği dâhil olmak üzere ayrıntılı şekilde belirlenmiştir. 03.03.2022 ile 28.02.2023 tarihleri arasında sistemin test aşaması, 19.06.2023 ile 22.12.2023 tarihleri arasında uygulaması yapılmıştır.

Tablo 5'te test robotu tarafından yapılan tüm alım ve satım işlemlerinin ne zaman gerçekleştirildiği görülmektedir. Test aşaması boyunca robotlar, toplam 24.295 işlem gerçekleştirmiştir. Şekil 4'te, Tablo 5'teki veriler kullanılarak test robotunun yaptığı tüm alım satım işlemlerinin saatlik dağılımı ve yoğunlukları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 4'te görüldüğü üzere test robotunun en yoğun işlem yaptığı saat aralığı, 10:00 ile 11:00 arasındadır. En az işlem yapılan saat aralığı ise 14:00 ile 15:00 arasındadır. Saat 15:00'e kadar işlem sayısı azalmakta, ancak 15:00'ten sonra tekrar artış göstermektedir.

**Tablo 5.** Test Robotu Tarafından Yapılan Tüm Alım Satım İşlemlerinin Dağılımı

Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı
10:00	487	11:00	109	12:00	55	13:00	40	14:00	21	15:00	39	16:00	47	17:00	54
10:01	471	11:01	102	12:01	45	13:01	31	14:01	25	15:01	23	16:01	34	17:01	55
10:02	363	11:02	81	12:02	36	13:02	33	14:02	32	15:02	34	16:02	27	17:02	48
10:03	291	11:03	65	12:03	49	13:03	27	14:03	30	15:03	37	16:03	33	17:03	47
10:04	265	11:04	77	12:04	50	13:04	30	14:04	38	15:04	36	16:04	28	17:04	46
10:05	257	11:05	81	12:05	60	13:05	33	14:05	43	15:05	48	16:05	42	17:05	62
10:06	171	11:06	83	12:06	39	13:06	27	14:06	36	15:06	35	16:06	32	17:06	41
10:07	165	11:07	48	12:07	50	13:07	27	14:07	19	15:07	33	16:07	40	17:07	31
10:08	133	11:08	76	12:08	56	13:08	28	14:08	18	15:08	33	16:08	31	17:08	52
10:09	139	11:09	86	12:09	43	13:09	25	14:09	13	15:09	17	16:09	30	17:09	45
10:10	202	11:10	103	12:10	60	13:10	31	14:10	36	15:10	47	16:10	40	17:10	51
10:11	136	11:11	106	12:11	52	13:11	23	14:11	35	15:11	45	16:11	32	17:11	41
10:12	172	11:12	71	12:12	37	13:12	24	14:12	29	15:12	38	16:12	29	17:12	41
10:13	130	11:13	48	12:13	41	13:13	31	14:13	51	15:13	32	16:13	37	17:13	38
10:14	153	11:14	63	12:14	47	13:14	17	14:14	21	15:14	31	16:14	35	17:14	45
10:15	155	11:15	114	12:15	62	13:15	47	14:15	32	15:15	45	16:15	44	17:15	64
10:16	132	11:16	77	12:16	58	13:16	53	14:16	25	15:16	39	16:16	43	17:16	47
10:17	131	11:17	77	12:17	37	13:17	41	14:17	23	15:17	31	16:17	38	17:17	49
10:18	119	11:18	57	12:18	48	13:18	28	14:18	20	15:18	33	16:18	26	17:18	34
10:19	135	11:19	54	12:19	34	13:19	27	14:19	26	15:19	28	16:19	39	17:19	38
10:20	122	11:20	97	12:20	51	13:20	32	14:20	32	15:20	30	16:20	38	17:20	58
10:21	119	11:21	54	12:21	36	13:21	36	14:21	25	15:21	22	16:21	55	17:21	40
10:22	94	11:22	50	12:22	26	13:22	25	14:22	19	15:22	27	16:22	32	17:22	40
10:23	78	11:23	45	12:23	35	13:23	17	14:23	18	15:23	35	16:23	36	17:23	33
10:24	91	11:24	49	12:24	34	13:24	41	14:24	24	15:24	12	16:24	46	17:24	29
10:25	115	11:25	66	12:25	53	13:25	38	14:25	27	15:25	28	16:25	51	17:25	40
10:26	73	11:26	47	12:26	39	13:26	22	14:26	25	15:26	32	16:26	38	17:26	38
10:27	75	11:27	45	12:27	38	13:27	29	14:27	22	15:27	29	16:27	36	17:27	50
10:28	105	11:28	40	12:28	40	13:28	26	14:28	25	15:28	27	16:28	33	17:28	70
10:29	85	11:29	49	12:29	29	13:29	17	14:29	24	15:29	27	16:29	26	17:29	48
10:30	122	11:30	69	12:30	36	13:30	34	14:30	33	15:30	49	16:30	40	17:30	57
10:31	89	11:31	73	12:31	31	13:31	29	14:31	40	15:31	36	16:31	42	17:31	53
10:32	60	11:32	54	12:32	36	13:32	31	14:32	25	15:32	42	16:32	41	17:32	43
10:33	56	11:33	54	12:33	32	13:33	35	14:33	36	15:33	24	16:33	40	17:33	55
10:34	71	11:34	55	12:34	49	13:34	22	14:34	37	15:34	42	16:34	31	17:34	42
10:35	88	11:35	57	12:35	51	13:35	42	14:35	35	15:35	45	16:35	43	17:35	54
10:36	64	11:36	54	12:36	38	13:36	36	14:36	41	15:36	34	16:36	43	17:36	49
10:37	60	11:37	45	12:37	47	13:37	46	14:37	39	15:37	33	16:37	39	17:37	45
10:38	79	11:38	43	12:38	47	13:38	38	14:38	28	15:38	33	16:38	34	17:38	43
10:39	71	11:39	52	12:39	24	13:39	35	14:39	19	15:39	33	16:39	39	17:39	35
10:40	75	11:40	67	12:40	36	13:40	35	14:40	48	15:40	37	16:40	48	17:40	54
10:41	74	11:41	44	12:41	42	13:41	47	14:41	36	15:41	59	16:41	43	17:41	54
10:42	64	11:42	55	12:42	38	13:42	28	14:42	22	15:42	38	16:42	41	17:42	47
10:43	61	11:43	48	12:43	32	13:43	25	14:43	30	15:43	29	16:43	30	17:43	40
10:44	67	11:44	59	12:44	30	13:44	30	14:44	34	15:44	31	16:44	37	17:44	47
10:45	86	11:45	74	12:45	49	13:45	35	14:45	35	15:45	47	16:45	67	17:45	71
10:46	53	11:46	59	12:46	42	13:46	16	14:46	26	15:46	33	16:46	33	17:46	39
10:47	50	11:47	40	12:47	38	13:47	14	14:47	43	15:47	43	16:47	38	17:47	23
10:48	79	11:48	49	12:48	46	13:48	30	14:48	45	15:48	29	16:48	43	17:48	48
10:49	79	11:49	33	12:49	23	13:49	25	14:49	27	15:49	47	16:49	48	17:49	32
10:50	84	11:50	47	12:50	42	13:50	44	14:50	39	15:50	59	16:50	50	17:50	53
10:51	56	11:51	78	12:51	49	13:51	34	14:51	23	15:51	37	16:51	33	17:51	56
10:52	65	11:52	86	12:52	31	13:52	26	14:52	32	15:52	38	16:52	44	17:52	40
10:53	55	11:53	71	12:53	24	13:53	34	14:53	29	15:53	13	16:53	35	17:53	48
10:54	46	11:54	59	12:54	31	13:54	30	14:54	31	15:54	27	16:54	30	17:54	35
10:55	86	11:55	58	12:55	30	13:55	41	14:55	31	15:55	48	16:55	38	17:55	69
10:56	78	11:56	65	12:56	29	13:56	30	14:56	29	15:56	40	16:56	29	17:56	63
10:57	59	11:57	38	12:57	23	13:57	24	14:57	29	15:57	37	16:57	28	17:57	57
10:58	60	11:58	37	12:58	32	13:58	28	14:58	21	15:58	17	16:58	40	17:58	44
10:59	74	11:59	32	12:59	34	13:59	26	14:59	30	15:59	25	16:59	27	17:59	49
<b>Toplam</b>	<b>7.275</b>	<b>Toplam</b>	<b>3.775</b>	<b>Toplam</b>	<b>2.432</b>	<b>Toplam</b>	<b>1.856</b>	<b>Toplam</b>	<b>1.787</b>	<b>Toplam</b>	<b>2.078</b>	<b>Toplam</b>	<b>2.272</b>	<b>Toplam</b>	<b>2.820</b>
Toplam : 24.295															

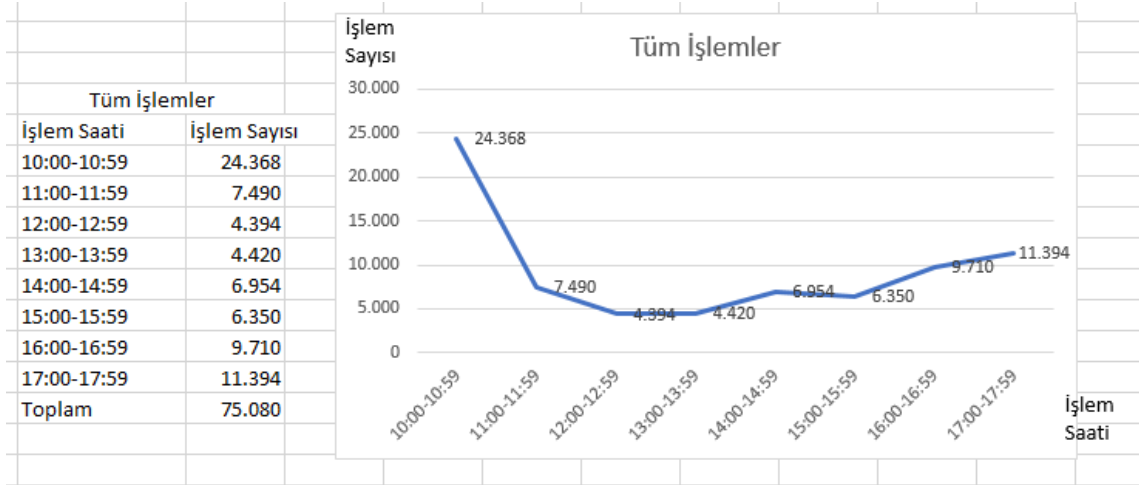


**Şekil 4.** Test Esnasında Yapılan Alım Satım İşlemleri

Tablo 6’da ise uygulama robotu tarafından yapılan tüm alım satım işlemlerinin dakikalık dağılımı görülmektedir. Uygulama aşamasında toplam 75.080 işlem gerçekleşmiştir. Şekil 5’te, Tablo 6’daki veriler kullanılarak uygulama robotunun yaptığı tüm alım satım işlemlerinin hangi saat aralığında gerçekleştirildiği görülmektedir. Şekil 5’te görüldüğü üzere sürekli alım satım stratejisiyle çalışan robotun en yoğun işlem yaptığı saat aralığı, 10:00 ile 11:00 arasındır. En az işlem yapılan saat aralığı ise 12:00 ile 13:00 arasındır. Saat 14:00’e kadar işlem sayısı azalmakta, ancak 14:00’ten sonra tekrar artış göstermektedir.

**Tablo 6.** Uygulama Robotu Tarafından Yapılan Tüm Alım Satım İşlemlerinin Dağılımı

Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı	Saat	İşlem Sayısı
10:00	4.802	11:00	208	12:00	112	13:00	71	14:00	271	15:00	137	16:00	139	17:00	267
10:01	1.463	11:01	161	12:01	114	13:01	57	14:01	122	15:01	129	16:01	173	17:01	188
10:02	1.242	11:02	161	12:02	94	13:02	88	14:02	198	15:02	137	16:02	212	17:02	169
10:03	951	11:03	159	12:03	84	13:03	110	14:03	216	15:03	104	16:03	163	17:03	149
10:04	802	11:04	171	12:04	112	13:04	86	14:04	214	15:04	143	16:04	145	17:04	139
10:05	587	11:05	169	12:05	98	13:05	63	14:05	143	15:05	143	16:05	180	17:05	149
10:06	563	11:06	124	12:06	94	13:06	86	14:06	161	15:06	98	16:06	198	17:06	106
10:07	430	11:07	126	12:07	92	13:07	69	14:07	112	15:07	100	16:07	186	17:07	165
10:08	443	11:08	135	12:08	124	13:08	80	14:08	118	15:08	100	16:08	129	17:08	153
10:09	437	11:09	153	12:09	122	13:09	53	14:09	177	15:09	110	16:09	192	17:09	210
10:10	428	11:10	147	12:10	98	13:10	45	14:10	167	15:10	133	16:10	159	17:10	306
10:11	455	11:11	143	12:11	65	13:11	86	14:11	141	15:11	112	16:11	147	17:11	194
10:12	343	11:12	153	12:12	106	13:12	71	14:12	98	15:12	61	16:12	145	17:12	202
10:13	363	11:13	147	12:13	84	13:13	98	14:13	82	15:13	82	16:13	108	17:13	281
10:14	367	11:14	104	12:14	57	13:14	75	14:14	80	15:14	135	16:14	116	17:14	169
10:15	437	11:15	139	12:15	86	13:15	67	14:15	96	15:15	165	16:15	149	17:15	237
10:16	381	11:16	143	12:16	102	13:16	69	14:16	88	15:16	102	16:16	171	17:16	192
10:17	324	11:17	122	12:17	63	13:17	61	14:17	92	15:17	129	16:17	147	17:17	163
10:18	271	11:18	139	12:18	75	13:18	82	14:18	73	15:18	106	16:18	182	17:18	122
10:19	365	11:19	129	12:19	69	13:19	84	14:19	114	15:19	122	16:19	196	17:19	171
10:20	400	11:20	131	12:20	88	13:20	84	14:20	98	15:20	94	16:20	188	17:20	228
10:21	306	11:21	143	12:21	80	13:21	67	14:21	106	15:21	90	16:21	163	17:21	186
10:22	308	11:22	118	12:22	49	13:22	82	14:22	78	15:22	116	16:22	131	17:22	165
10:23	316	11:23	80	12:23	82	13:23	73	14:23	108	15:23	86	16:23	159	17:23	151
10:24	306	11:24	153	12:24	71	13:24	73	14:24	106	15:24	106	16:24	129	17:24	171
10:25	310	11:25	131	12:25	80	13:25	69	14:25	71	15:25	82	16:25	116	17:25	202
10:26	235	11:26	102	12:26	65	13:26	45	14:26	65	15:26	78	16:26	118	17:26	169
10:27	239	11:27	112	12:27	75	13:27	96	14:27	69	15:27	116	16:27	114	17:27	145
10:28	259	11:28	122	12:28	67	13:28	75	14:28	78	15:28	94	16:28	139	17:28	157
10:29	271	11:29	100	12:29	71	13:29	80	14:29	100	15:29	106	16:29	124	17:29	182
10:30	257	11:30	161	12:30	90	13:30	78	14:30	102	15:30	114	16:30	153	17:30	186
10:31	196	11:31	131	12:31	51	13:31	47	14:31	80	15:31	139	16:31	122	17:31	153
10:32	210	11:32	129	12:32	65	13:32	55	14:32	84	15:32	126	16:32	163	17:32	137
10:33	208	11:33	94	12:33	53	13:33	78	14:33	102	15:33	106	16:33	167	17:33	139
10:34	237	11:34	118	12:34	57	13:34	80	14:34	108	15:34	122	16:34	216	17:34	141
10:35	273	11:35	98	12:35	41	13:35	71	14:35	100	15:35	98	16:35	139	17:35	163
10:36	239	11:36	116	12:36	65	13:36	82	14:36	67	15:36	96	16:36	153	17:36	116
10:37	222	11:37	110	12:37	49	13:37	67	14:37	84	15:37	80	16:37	143	17:37	165
10:38	188	11:38	145	12:38	43	13:38	69	14:38	145	15:38	106	16:38	161	17:38	141
10:39	204	11:39	167	12:39	73	13:39	63	14:39	167	15:39	124	16:39	184	17:39	163
10:40	216	11:40	96	12:40	63	13:40	65	14:40	106	15:40	122	16:40	114	17:40	190
10:41	202	11:41	118	12:41	43	13:41	63	14:41	114	15:41	71	16:41	129	17:41	233
10:42	235	11:42	80	12:42	45	13:42	65	14:42	61	15:42	69	16:42	171	17:42	177
10:43	145	11:43	86	12:43	71	13:43	73	14:43	84	15:43	82	16:43	161	17:43	192
10:44	220	11:44	118	12:44	71	13:44	84	14:44	82	15:44	80	16:44	114	17:44	198
10:45	277	11:45	108	12:45	59	13:45	98	14:45	104	15:45	80	16:45	169	17:45	218
10:46	235	11:46	104	12:46	51	13:46	80	14:46	90	15:46	73	16:46	194	17:46	277
10:47	180	11:47	88	12:47	43	13:47	65	14:47	112	15:47	82	16:47	177	17:47	226
10:48	175	11:48	118	12:48	63	13:48	78	14:48	120	15:48	102	16:48	180	17:48	239
10:49	171	11:49	96	12:49	73	13:49	49	14:49	139	15:49	153	16:49	202	17:49	267
10:50	224	11:50	122	12:50	84	13:50	73	14:50	129	15:50	161	16:50	180	17:50	324
10:51	175	11:51	67	12:51	67	13:51	57	14:51	94	15:51	122	16:51	194	17:51	216
10:52	126	11:52	90	12:52	51	13:52	71	14:52	120	15:52	90	16:52	149	17:52	222
10:53	163	11:53	84	12:53	59	13:53	86	14:53	116	15:53	65	16:53	118	17:53	188
10:54	165	11:54	92	12:54	57	13:54	75	14:54	133	15:54	94	16:54	237	17:54	137
10:55	171	11:55	126	12:55	80	13:55	75	14:55	118	15:55	98	16:55	226	17:55	145
10:56	186	11:56	94	12:56	61	13:56	84	14:56	145	15:56	88	16:56	167	17:56	255
10:57	151	11:57	118	12:57	33	13:57	73	14:57	145	15:57	88	16:57	159	17:57	206
10:58	145	11:58	135	12:58	84	13:58	71	14:58	124	15:58	108	16:58	194	17:58	251
10:59	167	11:59	157	12:59	67	13:59	98	14:59	137	15:59	98	16:59	257	17:59	241
<b>Toplam</b>	<b>24.368</b>	<b>Toplam</b>	<b>7.490</b>	<b>Toplam</b>	<b>4.394</b>	<b>Toplam</b>	<b>4.420</b>	<b>Toplam</b>	<b>6.954</b>	<b>Toplam</b>	<b>6.350</b>	<b>Toplam</b>	<b>9.710</b>	<b>Toplam</b>	<b>11.394</b>
<b>Toplam: 75.080</b>															



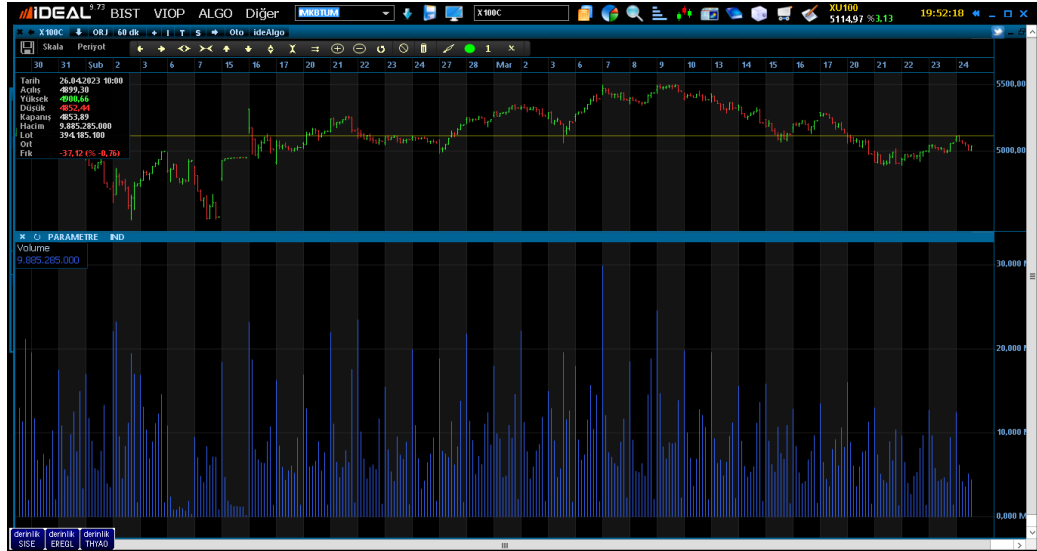
**Şekil 5.** Uygulama Esnasında Yapılan Alım Satım İşlemleri

Hem test döneminde hem de uygulama döneminde yapılan tüm işlemlerin saatlik dağılım oranını gösteren Tablo 7'ye bakıldığında işlemlerin çoğunun sabah saatlerinde gerçekleştiği, öğle saatlerinde azaldığı ve kapanışa doğru arttığı görülmektedir. Bu sonuç, Çinko (2015)'nin çalışmasını desteklemektedir.

**Tablo 7.** Test ve Uygulama Dönemlerinde Yapılan Tüm İşlemlerin Gerçekleşme Oranı

Saat aralığı	Test (%)	Uygulama (%)
10:00-10:59	30	32
11:00-11:59	16	10
12:00-12:59	10	6
13:00-13:59	8	6
14:00-14:59	7	9
15:00-15:59	9	8
16:00-16:59	9	13
17:00-17:59	12	15

Şekil 6'da, BİST100 endeksinin hacim grafiği görülmektedir. Endeksin hacmi sabah saatlerinde yüksek seviyelerde başlamakta, öğle saatlerinde düşüş göstermekte ve daha sonra tekrar yükselişe geçmektedir. Robotun yaptığı işlemlerin, BİST100 hacmiyle doğru orantılı olduğu gözlenmektedir.



**Şekil 6.** Hacim Göstergeli BİST100 Endeksi

Sonuç olarak, sürekli alım satım stratejisi uygulandığında yüksek işlem hacmine sahip varlıklar genellikle robotlar tarafından daha sık işlem görme eğilimindedir. İşlem hacmi, bir varlığın belirli bir süre içinde gerçekleştirilen alım ve satım miktarını temsil eder. Yüksek işlem hacmi olan varlıklar, daha fazla likiditeye sahip olup robotların işlem yapabileceği daha fazla fırsat sunar. Uygulamada kullanılan AT stratejisinin hacmi dolayısıyla likiditeyi arttırdığı ve fiyat keşfine olumlu katkı sunduğu söylenebilir.

### 3.1.3. Stratejinin Canlı Test Süreci

Sürekli alım satım stratejisini oluşturma sürecindeki en önemli adımlardan biri, parametrelere belirlenmesidir. Bunun için genellikle geri test ve optimizasyon yapılır. Ancak bazı sistemler, grafik verileri üstünden değil derinlik (limit emir defteri) verileri baz alınarak çalışır, yani işlemler, derinlikteki “alış” ve “satış” fiyatına bakılarak yapılır. Derinliğin de geçmişi olmadığı için geri test yapılamaz. Sürekli alım satım stratejisi de derinlik üzerinden çalışmaktadır. Geri test yapılamayan durumlarda parametrelerin belirlenmesi ve sistemin çalışmasını analiz etmek için farklı parametrelerle canlı testler yapmak gerekir.

Yapılan canlı teste örnek olarak, Tablo 8’de ALKIM hisse senedinin 06.08.2022-09.05.2023 tarihleri arasında değişik alım satım oranları ile yapılan canlı test sonuçları gösterilmiştir. Stratejinin test sonucu incelendiğinde alım satım oranı daraldıkça işlem sayısı, gereken nakit miktarı ve komisyon oranı artmakta, alım satım oranı arttıkça tam

tersi durum ortaya çıkmaktadır. Yatırımcı risk algısına ve portföy büyüklüğüne göre istediği oranı belirleyebilir. Bu çalışmada işlem sayısı ve kârlar göz önüne alınarak hesaplanan satış adedi başına kâr oranına göre en uygun alım satım aralığı; 0,4 ve 0,6 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 8.** ALKİM Hisse Senedinin Değişik Alım Satım Oranları ile Canlı Test Sonuçları

Oran	Kâr (TL)	Satış (Adet)	Kâr / Satış (%)
0,3-0,3	2.114	18.794	11
0,4-0,4	1.598	11.349	14
0,4-0,25	1.665	17.418	10
<b>0,4-0,6</b>	<b>1.548</b>	<b>7.844</b>	<b>20</b>
0,6-0,4	1.126	8.075	14

#### 3.1.4. Risk Yönetimi

Her stratejinin risk içerdiği ve geçmiş performansın gelecekteki sonuç üzerinde herhangi bir garanti sağlamadığı söylenebilir. Sürekli alım satım stratejisi de risk taşır ve piyasa koşullarına bağlı olarak başarılı olmayabilir. Yatırımcılar, kendi stratejik tercihlerine ve risk toleranslarına göre stratejilerini şekillendirmeli ve piyasayı dikkatlice izlemelidir. Ayrıca, seçilen stratejinin performansını düzenli olarak izlemek ve gerekirse ayarlama yapmak da risk yönetimi sürecinin bir parçasıdır.

Sürekli alım satım stratejisi uygulanırken risk yönetimi, stratejinin başarılı olabilmesi ve uzun vadede sürdürülebilir kâr elde edilebilmesi için kritik öneme sahiptir. Portföy seçimi, pozisyon boyutu, alış aralığı, kâr alma, zirve fiyat belirleme, dip fiyat belirleme, toplam tutar belirleme, zarar durdur gibi faktörler; riski kontrol etmek ve olası kayıpları sınırlamak için kullanılabilir. Bu faktörler, uygulamada şu şekilde ele alınmıştır:

- *Portföy seçimi:* Portföy seçimi, yatırım sürecinin en kritik aşamalarından biridir ve yatırımcının başarısını doğrudan etkiler. Doğru bir portföy seçimi, yatırımcının risk toleransına ve yatırım hedeflerine uygun varlıkları bir araya getirerek hem getiri potansiyelini maksimize etmeyi hem de riski minimize etmeyi amaçlar. Portföy çeşitlendirmesi, yatırımcıların piyasa dalgalanmalarına karşı daha dayanıklı olmasını sağlar ve tek bir varlığa bağlı riskleri azaltır. Aynı zamanda iyi seçilmiş bir portföy, ekonomik değişimlere ve piyasa koşullarındaki belirsizliklere karşı daha esnek bir yapıya sahip olur. Bu nedenle yatırımcılar için portföy seçimi, sadece bireysel varlıkların

performansını değerlendirmekle kalmayıp, aynı zamanda bu varlıkların bir araya getirilmesiyle oluşacak sinerjiyi de göz önünde bulundurmayı gerektirir. Önerilen stratejinin etkinliği belirleyebilmek için Markowitz'in ortalama varyans modeli ile oluşan çeşitli portföylerin getiri oranları karşılaştırılmıştır.

Ek 2'de verilen 19.01.2023-16.06.2023 tarihleri arasında 100 günlük belirlenen hisse senetlerinin günlük getiri oranları baz alınarak hesaplanan hisse senetlerinin ortalama getiri ve risk oranları, Tablo 9'da gösterilmiştir. Bu tabloya göre en yüksek ortalama getiriye sahip olan hisse senedi %1,56 oranı ile ASTOR iken, en düşük riske sahip olan hisse senedi ise %2,91 oranı ile BIMAS'tır.



**Tablo 9.** Hisse Senetlerinin Getiri ve Risk Oranları

Hisse Senedi	Ort. Get. (%)	Std. Sapma (%)
AKBNK	0,25	3,85
AKSEN	-0,18	3,30
ALARK	0,08	4,06
ARCLK	0,05	3,93
ASELS	0,19	9,51
ASTOR	1,56	6,03
BIMAS	0,33	2,91
EKGYO	-0,03	4,34
ENKAI	-0,07	3,74
EREGL	-0,05	3,28
GARAN	0,32	3,96
HEKTS	-0,09	4,71
ISCTR	0,32	3,98
KCHOL	0,34	3,76
KOZAA	-0,09	4,54
KOZAL	-0,13	3,70
KRDMD	0,19	4,67
ODAS	-0,23	4,32
PETKM	-0,17	3,57
SAHOL	0,15	3,16
SASA	0,21	3,36
SISE	0,05	3,60
TAVHL	0,04	3,77
TCELL	0,02	3,82
THYAO	0,27	3,94
TUPRS	0,00	3,45
YKBNK	0,44	3,85

Markowitz (1952)'in ortalama varyans modeli kullanılarak eşit ağırlık, uygulamada kullanılan ağırlık, maksimum getiri, minimum risk, maksimum getiri/risk oranı olmak üzere farklı risk gruplarına hitap eden beş portföy oluşmuştur. Hesaplama da kullanılan kovaryans matrisi, Ek 3'te verilmiştir. Portföylerin hisse ağırlıkları, getiri, risk ve getiri/risk oranları, Tablo 10'da gösterilmiştir. Eşit ağırlık ve uygulamada kullanılan ağırlık ile oluşan portföylerde 27 hisse senedinin tamamı yer almaktadır. Maksimum getiri oranına göre oluşan portföyde sadece ASTOR hisse senedi, minimum risk oranına göre oluşan portföyde ise AKSEN, ASELS, ASTOR, BIMAS, EREGL, GARAN, KOZAL ve SASA olmak üzere sekiz hisse senedi yer almaktadır. Bu hisse senetlerinden

en yüksek ağırlığa sahip olan SASA (%31,73), en düşük ağırlığa sahip olan hisse senedi ise GARAN (%1,77)'dir. Maksimum getiri/risk oranına göre oluşan portföy, ASELS, ASTOR, BIMAS, SASA ve YKBNK hisse senetlerinden oluşmaktadır. Bu portföyde en yüksek ağırlığa sahip hisse senedi ASTOR (%45,79), en düşük ağırlığa sahip hisse senedi BIMAS (%4,76)'tır.

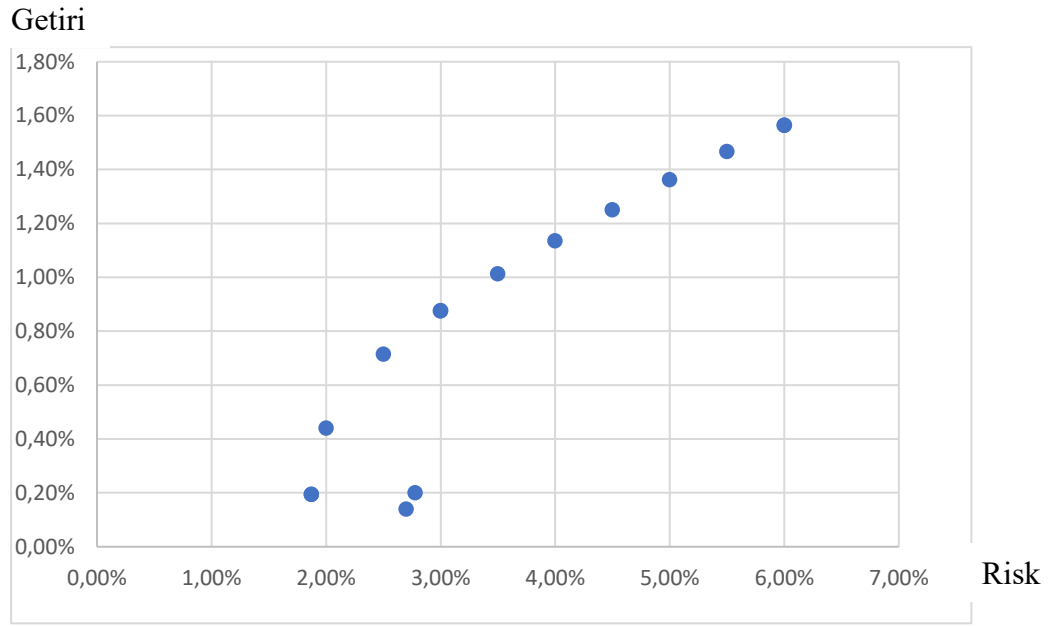
**Tablo 10.** Portföylerin Hisse Ağırlıkları, Getiri, Risk ve Getiri/Risk Oranları

Hisse Senedi	Eşit Ağırlık (%)	Uygulamada			Maks. Getiri/Risk Oranı (%)
		Kullanılan Ağırlık (%)	Maks. Getiri (%)	Min. Risk (%)	
AKBNK	3,70	1,38	0,00	0,00	0,00
AKSEN	3,70	2,22	0,00	4,36	0,00
ALARK	3,70	5,18	0,00	0,00	0,00
ARCLK	3,70	7,88	0,00	0,00	0,00
ASELS	3,70	1,82	0,00	6,11	6,44
ASTOR	3,70	4,18	100,00	3,35	45,79
BIMAS	3,70	13,12	0,00	26,54	4,76
EKGYO	3,70	0,50	0,00	0,00	0,00
ENKAI	3,70	2,03	0,00	0,00	0,00
EREGL	3,70	2,66	0,00	13,73	0,00
GARAN	3,70	2,19	0,00	1,77	0,00
HEKTS	3,70	2,22	0,00	0,00	0,00
ISCTR	3,70	0,97	0,00	0,00	0,00
KCHOL	3,70	7,19	0,00	0,00	0,00
KOZAA	3,70	3,34	0,00	0,00	0,00
KOZAL	3,70	1,56	0,00	12,41	0,00
KRDMD	3,70	1,45	0,00	0,00	0,00
ODAS	3,70	0,52	0,00	0,00	0,00
PETKM	3,70	1,03	0,00	0,00	0,00
SAHOL	3,70	3,19	0,00	0,00	0,00
SASA	3,70	3,99	0,00	31,73	25,58
SISE	3,70	2,98	0,00	0,00	0,00
TAVHL	3,70	6,37	0,00	0,00	0,00
TCELL	3,70	2,59	0,00	0,00	0,00
THYAO	3,70	13,07	0,00	0,00	0,00
TUPRS	3,70	5,42	0,00	0,00	0,00
YKBNK	3,70	0,92	0,00	0,00	17,42
Getiri (%)	0,14	0,20	1,56	0,19	0,88
Risk (%)	2,70	2,78	6,00	1,87	3,00
Getiri/Risk Oranı (%)	5,18	7,23	26,07	10,40	29,21

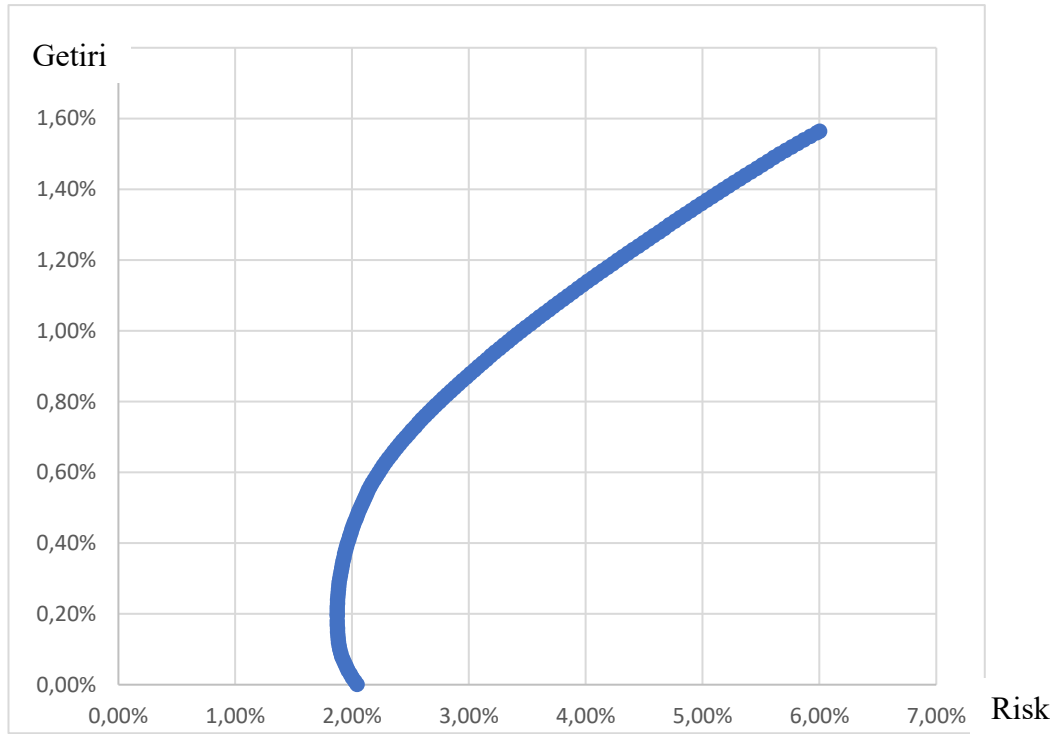
Bu tezde ayrıca farklı yatırımcı profillerine uygun olabilecek etkin sınır üzerinde kalan değişik risk oranlarında portföyler de oluşturulmuştur. Bunun için Tablo 10'daki oluşturulan beş portföyün risk oranları dikkate alınmıştır. En düşük risk oranı, minimum risk oranına göre oluşan portföye ait olup %1,87, en büyük risk oranı ise maksimum risk oranına göre oluşan portföye ait olup %6'dır. Bu iki risk oranı temel alınıp, bu oranlar arasında sekiz farklı risk oranı belirlenmiştir. Yatırımcılar, risk algısına göre istediği portföyü seçebilir. Bu portföylerin hisse ağırlıkları, getiri ve getiri/risk oranları, Tablo 11'de gösterilmiştir. ASELS ve ASTOR hisse senetleri, değişik risk oranlarına göre oluşan tüm portföylerde yer alırken AKSEN sadece %1,87 risk oranına göre oluşan portföyde, BIMAS hisse senedi %1,87-%3 arası risk oranı ile oluşan portföylerde, EREGL, GARAN ve KOZAL hisse senetleri, sadece %1,87 ve %2 risk oranına göre oluşan portföylerde, SASA hisse senedi %1,87-%4,5 arası risk oranı ile oluşan portföylerde, YKBNK hisse senedi %2-%5,5 arası risk oranı ile oluşan portföylerde yer almaktadır. ASELS hisse senedinin portföy ağırlığı, %6 risk oranlı portföyde birden düşmektedir. ASTOR hisse senedinin risk oranı artmasına rağmen portföy ağırlığı da artmaktadır. SASA hisse senedinin ağırlığı ise azalmaktadır. Şekil 7'de oluşan portföylerin getiri risk grafiği verilmiştir. Etkin sınır grafiği ise Şekil 8'deki gibidir.

**Tablo 11.** Farklı Risk Oranlarına göre Oluşan Portföylerin Hisse Ağırlıkları, Getiri ve Getiri/Risk Oranları

Hisse Senedi	Risk Oranları (%)									
	1,87	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
AKBNK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AKSEN	4,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALARK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARCLK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ASELS	6,11	6,71	6,75	6,45	6,33	6,30	6,25	6,16	5,49	0,02
ASTOR	3,35	15,63	33,89	45,84	56,29	65,80	74,72	83,38	92,61	99,98
BIMAS	26,53	30,86	18,90	4,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EKGYO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ENKAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EREGL	13,72	3,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GARAN	1,79	4,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HEKTS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ISCTR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KCHOL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KOZAA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KOZAL	12,43	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KRDMD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ODAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETKM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAHOL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SASA	31,72	33,66	29,94	25,56	19,44	12,42	5,85	0,00	0,00	0,00
SISE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TAVHL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TCELL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
THYAO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUPRS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YKBNK	0,00	0,91	10,53	17,45	17,94	15,48	13,18	10,46	1,90	0,00
Getiri (%)	0,19	0,44	0,72	0,88	1,01	1,14	1,25	1,36	1,47	1,56
Getiri/Risk Oranı (%)	10,41	22,00	28,62	29,21	28,95	28,40	27,81	27,24	26,68	26,07



Şekil 7. Portföylerin Getiri Risk ilişkisi



Şekil 8. Etkin Sınır

- *Pozisyon boyutu:* Her işlemde riski yönetmek için pozisyon boyutu belirlenmelidir. Pozisyon boyutu, hesaptaki sermayenin belirli bir yüzdesi olarak belirlenebilir. Örneğin, her işlemde toplam sermayenin %2'sinin kullanılması

tercih edilebilir. Bu şekilde, herhangi bir işlemde maksimum kayıp miktarı, sınırlanmış olur. Her seferinde pozisyonun boyutu belirlenirken en kötü senaryoya hazır olunması gerekir. Bir varlığın fiyatının %50 düşebileceği hesaba katılmalıdır. Bir varlığın işlem yapılması istenen zirve ve dip fiyatı belirlenir ve işlem sıklığına göre gereken sermaye, portföyde bulundurulur. Örneğin EREGL hisse senedi için 50-25 TL arası %0,5 aralığında 50'şer lot alınması durumunda en fazla 189.375 TL sermaye gerekir. Uygulama için belirlenen 27 adet BİST30 hisse senedinde 1'er lot işlem yaptırılmış ve robot, 6 aylık uygulama sonucunda ortalama 42.023,53 TL bakiye kullanmıştır.

- *Alış aralığı:* Sürekli alım satım stratejisinde alım yapılacak fiyat aralığını geniş tutmak, daha az işlem yapılmasına ve piyasadaki büyük düşüşlerde elde varlık birikmemesine yardımcı olur. Örneğin, yükselen piyasada varlık fiyatı, her %0,5 oranda düştüğünde alım yaptırılırken, düşen piyasada her %1 oranda düştüğünde alım yaptırılabilir. Alım oranı, sermayeye göre piyasa beklentisine uygun olarak ayarlanabilir. Alış aralığı dar olursa sık işlem yapılır, fazla kâr getirisi sağlanır ancak piyasa düşerken eldeki varlık çoğalır ve likit sermaye tüketilebilir. Bunun yanısıra çok işlem yapıldığı için aracı kuruma ödenen komisyon da fazla olacaktır. Uygulamada alış aralığı, %0,4 olarak kullanılmıştır.
- *Kâr alma hedefi:* Kâr alma seviyesini belirlemek, kazançları korumak ve hedeflere ulaşmak için önemlidir. Her işlemde belirli bir kâr seviyesi belirleyerek fiyat, bu seviyeye ulaştığında otomatik olarak satış yapılabilir. Bu, kazançları realize etmek ve piyasa koşullarına bağlı olarak kârı korumak için önemli bir adımdır. Uygulamada bu oran, %0,6 olarak kullanılmıştır.
- *Zirve fiyat:* Varlığın fiyatı, belirlenen fiyatı geçtiğinde alımı durdurularak tepelerden alım yapılmamış olur ve risk azalır. Örneğin işlem yapılan varlığın fiyatı, tarihi zirve fiyatının % 15 aşağısı olarak belirlenebilir veya temel analiz ile bir şirketin, değerini belirlemek için kullanılan finansal değerlendirme yöntemlerinden biri (örneğin indirgenmiş nakit akımları yöntemi) kullanılarak hisse senedine bir değer biçilip %20 veya yatırımcının risk algısına göre istenilen bir oranda güvenlik marjı (margin of safety)<sup>3</sup> bırakılarak, zirve fiyat belirlenmesi uygun olacaktır. Uygulamada zirve fiyat belirlenmemiştir.

<sup>3</sup>Güvenlik marjı, bir varlığın piyasa değeri ile içsel değeri arasındaki farktır. Başka bir deyişle, bir yatırımcının o varlığı satın almayı ne kadar iskontolu bir fiyattan kabul edebileceğini gösterir. Güvenlik

- *Dip fiyat:* Varlığın fiyatı, belirlenen fiyatının altına düştüğünde alımı durdurularak daha aşağı fiyatlara geldiğinde alım yapmak üzere pozisyonu ayarlanabilir. Uygulamada dip fiyat belirlenmemiştir.
- *Toplam tutar:* Varlığın portföyde belli bir miktarı geçmemesini sağlar. Uygulamada toplam tutar belirlenmemiştir.

Sürekli alım satım stratejisi kullanılırken dikkat edilmesi gerekenlerin başında “kayma” gelir. Kayma, bir ticaretin gerçekleştirilmesi sırasında beklenmedik fiyat değişiklikleri veya gecikmeler nedeniyle planlanan fiyatın üzerinde veya altında gerçekleşmesi durumudur.

Kayma sorunu, birkaç nedenle ortaya çıkabilir:

- *Piyasa likiditesi:* Likidite düşük olduğunda veya piyasa dalgalanmaları arttığında kayma sorunu, daha yaygın hale gelebilir. Bu durumda, büyük hacimli emirlerin piyasaya etkisi ve işlem gerçekleşme hızı, önemli rol oynar. Likidite düşük olduğunda kademeler arası boşluklar oluşabilir. Bu da büyük kayıplara yol açabilir.
- *Emir yönlendirme:* Emirlerin nasıl yönlendirildiği de kayma sorununu etkileyebilir. Emirler; piyasa yapıcılara, borsalara veya diğer likidite sağlayıcılara yönlendirilebilir. Bu yönlendirme süreci ve hızı, kayma sorununu etkileyebilir.
- *Veri iletişimi:* AT’de hızlı ve güvenilir veri iletişimi, büyük önem taşır. Veri alımı ve işleme süreleri, kayma sorununu etkileyebilir. Gecikmeler veya veri kesintileri, alım satım işlemlerinin planlanandan farklı gerçekleşmesine neden olabilir.

---

marjı, genellikle bir yüzde olarak ifade edilir. Örneğin, bir hisse senedinin piyasa değeri 100 TL ve içsel değeri 120 TL ise, güvenlik marjı %20’dir. Bu, yatırımcının hisse senedini 80 TL veya daha düşük bir fiyattan satın almayı kabul etmesi gerektiği anlamına gelir. Riskleri azaltmaya yardımcı olur. Bir yatırımcının satın aldığı varlığın piyasa değeri içsel değerinden önemli ölçüde düşükse, varlığın değeri düşse bile yatırımcı para kaybetme olasılığı daha düşüktür. Yatırım fırsatlarını belirlemeye yardımcı olur. Bir yatırımcının güvenlik marjı kriterlerini karşılayan bir varlık bulması, o varlığın yatırım için cazip bir fırsat olabileceğini gösterebilir (Kaynak: Graham, B. (1999). Akıllı Yatırımcı, İstanbul: Scala. Çev: Ali Perşembe, 243)

Kayma sorununu en aza indirmek veya kontrol altında tutmak için şunlar yapılabilir:

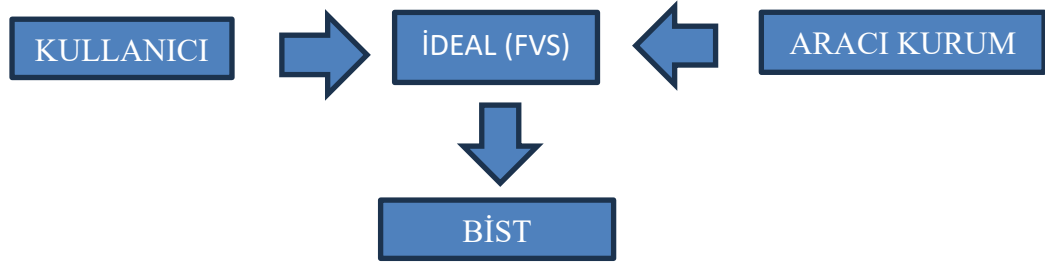
- *İyi bir veri akışı sağlamak*: Güvenilir ve hızlı bir veri akışı sağlamak, doğru fiyatları ve piyasa koşullarını takip etmeyi sağlar. Bu nedenle, kaliteli bir veri sağlayıcısı seçmek önemlidir.
- *İyi bir yürütme altyapısı kullanmak*: AT için güçlü bir yürütme altyapısı kullanmak, emirlerin hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. İyi bir ticaret platformu veya yürütme sağlayıcısı seçmek, kayma sorununu azaltabilir.
- *Algoritmayı optimize etmek*: AT stratejilerini optimize etmek, kayma sorununu azaltmada yardımcı olabilir. İşlem boyutları, emirlerin zamanlaması ve emir yönlendirme stratejileri gibi faktörler gözden geçirilmeli ve ayarlanmalıdır.
- *Gerçek zamanlı izleme*: Piyasa koşullarını ve fiyat hareketlerini gerçek zamanlı olarak izlemek, kayma sorunlarını tespit etmeyi ve hızlı düzeltilmesini sağlar. Piyasa verilerini yakından takip ederek, anlık fiyat değişikliklerini gözlemlemek ve alım satım işlemlerini bu verilere göre ayarlamak önemlidir. Böylece, beklenmedik fiyat hareketlerinin neden olduğu kayma sorunları hızlı bir şekilde tespit edilebilir ve müdahale edilebilir.

Uygulamada kullanılan robot yazılımına, kademe boşluğunu kontrol eden ve boşluk varsa alım satımı bekleten kod eklenmiştir. Bu sayede kayma sorunu, büyük ölçüde azaltılmıştır. Hatta zaman zaman piyasa gapli<sup>4</sup> açılışlar yaptığında robot, kâr alma seviyesinin üstünde satış yapacağı için bu tür kaymalar, sorun yerine fayda sağlar. Sonuç olarak kullanılan robotta kaymaların getiri ve kaybı düşünüldüğünde kayma, sorun olmaktan çıkmıştır.

Bunun yanı sıra sistematik riskler de mevcuttur. Uygulama sırasında karşılaşılan sistematik riskler; kullanıcı, aracı kurum, veri terminali, BİST ve düzenleyiciler kaynaklı olmaktadır. Şekil 9’da sistemin çalışma şeması görülmektedir.

<sup>4</sup> Piyasanın gapli açılış yapması, bir finansal varlık veya piyasanın önceki günkü kapanış fiyatından farklı bir fiyat seviyesiyle açılması durumunu ifade eder. Gap, piyasa fiyatının bir sonraki güne atladığı boşluktur.





**Şekil 9.** Sistemin Çalışma Şeması

Uygulama süresince yaşanan aksaklıklar şu şekilde olmuştur:

- *Kullanıcı:* Kullanıcının her sabah piyasalar açılmadan veri terminalini açması ve aracı kurumdaki portföyüne bağlanması gerekmektedir. Elektrik ve internet kesintileri de sorun olabilir. Sunucu kullanıldığından elektrik ve internet kesintisi uygulama esnasında yaşanmamıştır. Piyasalar açıldıktan sonra yapılan bağlantılar veya kesintiler nedeniyle yapılamayan bağlantılar, o saatlerde yapılabilecek işlemlerin kaçırılmasına neden olabilmektedir. Kullanıcı kaynaklı sistematik riske başka bir örnek olarak güncellemelerin unutulması verilebilir. Uygulama sırasında fiyat adımları değiştirildiği için ve FVS Ideal'in güncellenmesi yapılmadığı için BIMAS hisse senedinde bir hafta işlem yapılamamıştır. Hem kullanıcıların hem de veri sağlayıcısının düzenlemelerdeki değişiklikleri sürekli takip etmesi ve hemen önlem alması gerekmektedir. Bahsi geçen düzenleme değişikliği; paylarda ve yeni pay alma hakları için Tablo 12'de belirtilen fiyat seviyeleri ve fiyat adımları uygulanmaktadır.

**Tablo 12.** Paylarda ve Yeni Pay Alma Hakkı Kuponlarında Uygulanan Temel Fiyat Aralıkları ve Fiyat Adımları

Fiyat Seviyesi	Fiyat Adımı
0,01 - 49,99	0,01
50 - 99,99	0,02
100 - 249,99	0,05
250 - 499,99	0,10
500 - 999,99	0,25
1.000 - 2.499,99	0,50
2.500 ve üzeri	1,00

- *Aracı kurum:* SPK'nın yatırım hizmet ve faaliyetleri ile yan hizmetlere ilişkin belge ve kayıt düzeni hakkında tebliğde yaptığı değişiklikle, aracı kurumdaki portföye eşanlı tek yerden bağlanma zorunluluğu nedeniyle SMS zorunluluğu getirilmiştir. Aracı kurumların ve veri terminalinin teknik altyapıyı hazırlaması ve sistemin sorunsuz çalışması biraz zaman almıştır. Bu süreçte portföyle bağlantı kopmaları yaşanmış ve o anlarda yapılamayan işlemler olmuştur. İnternet bağlantı sorunu, aracı kurum kaynaklı da olabilmektedir. Uygulama esnasında aracı kurumun 2 kez internet kesintisi, 1 kez de veri terminaline bağlanma sorunu yaşanmıştır.
- *Veri terminali (Ideal):* Bağlantı ve sunucuya erişim sorunları yaşanabilmektedir.
- *BİST:* BISTECH alım satım sisteminde enstrümanlar, iki bölümlü yapıya göre işlem görmekte iken BISTECH 3.0 kapsamında yapılan geliştirmeler ile altı bölümlü yapıya geçilmiştir. Bölümler arası özellikle piyasa açılışları ve seans geçişleri ya da yoğun zamanlarda ortaya çıkabilen emir işleme süresi farklılıkları, BISTECH 3.0 çalışmalarının temel gereksinimlerindedir. Özellikle BISTECH 3.0'a geçmeden önce piyasanın açıldığı ilk dakikalarda piyasa emirlerinin iletildiği zamanda gerçekleşmemesi yani gecikmesi nedeniyle istenilen seviyeden alım satım yapılamamış ve kaymalara neden olmuştur.
- *Düzenleyiciler:* Yukarıda bahsedilen fiyat aralıkları değişimi, eşanlı erişim yasağı, BISTECH geçişi gibi düzenleme değişikliklerinin yanı sıra, işlem yapılan hisse senetlerine getirilen brüt takas uygulaması, internet işlem yasağı, açığa satış yasağı gibi tedbirler de sistematik bir risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulama sürecinde böyle bir sorun yaşanmamıştır.

Canlı işlemler sırasında karşılaşılan bu problemler, geri test ile yapılan teorik işlemler ve performans analizinde göz ardı edildiği için teori ve pratik arasında farklılıklar oluşmaktadır. Bu çalışmanın canlı verilerle ve gerçek işlemlerle yapılması, bu nedenle önemlidir.

### 3.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıklarından biri, belirli hisse senetlerinde işlem yapılmasıdır. Farklı hisse senetlerinde farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Diğer bir sınırlılık, kullanılan hisselerin ağırlıklarındadır. THYAO ve BİMAS'ın portföydeki ağırlıkları toplamı, %26'dır. Bu iki hisselerin durumu uygulama sonucunu çok daha fazla etkileyecektir. Uygulamanın

sadece 6 ay boyunca denenmiş olması, bir başka sınırlılıktır. Her türlü piyasa koşulunda yani yükselen, düşen ve yatay piyasada işlem yapılamayabileceği için yapılan uygulama, yeterince test edilmemiş olabilir. Uygulamada kullanılan alım ve satım oranı, birçok seçenekten sadece biridir. Bu oranlar, kişinin risk algısına göre değişebilir ve portföy bakiyesi büyüdükçe küçülebilir. Portföy optimizasyonunda sadece Markowitz (1952) ortalama varyans modeli kullanılması da diğer bir kısıttır. Uygulamada kullanılan stratejiye ek olarak; bazı dönemlerde alış yaptırıp satışı durduran bazı dönemlerde de alış durdurup satışı devam ettiren seçenek eklenebilir. Aldıkları varlıkların bir kısmını belli bir kâr oranı ile sattıktan sonra kalan miktar, daha yüksek kâr oranıyla satmak üzere bekletilebilir. Her düşüşte aldığı miktar atırılabilir veya değişen fiyat aralıklarında farklı miktarda alım yapılabilir. Ayrıca zirve fiyat, dip fiyat ve toplam tutarın belirlenmemiş olması da çalışmanın diğer sınırlılıklarıdır.

### **3.3. Bulgular**

Gerçek piyasa koşullarında işlemler yapacak şekilde 19.06.2023-22.12.2023 tarihleri arasında 6 ay boyunca sürekli alım satım işlem robotu çalıştırılmış ve her bir hisse senedinin getiri oranları hesaplanmıştır. Örnek olarak AKBNK hisse senedi için elde edilen bilgiler, Tablo 13'te gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde 6 ay boyunca 1 lot AKBNK hisse senedinin %0,40 alış, %0,60 satış oranı ile sürekli alım satıma tabi tutulması sonucu satış yapılan işlem sayısı, 1.639 olmuştur. Satılmayı bekleyen 9 işlem vardır. Toplam kâr, 353 TL'dir. Komisyon düşüldükten sonra net kâr, 343,25 TL'dir. En çok 1.559,40 TL, ortalama 514,13 TL bakiye ile işlem yapmıştır. Ortalama kullandığı sermayeye göre sistem getiri oranı, %67'dir. AKBNK hisse senedinin %67 sistem getiri oranı, %111 pasif getiri oranına göre düşüktür. Bu hisse senedinin grafiği, Şekil 10'da gösterilmiştir. Uygulama sürecinde grafikten de görüleceği gibi bu hisse senedi, yükselen trendde işlem görmüştür.

**Tablo 13.** AKBNK Hisse Senedi

Hisse Senedi	AKBNK
Satış İşlem Sayısı	1.639
Alış Toplam (TL)	48.595,33
Satış Toplam (TL)	48.948,33
Komisyon (TL)	9,75
En Yüksek Kullanılan Tutar (TL)	1.559,40
Ortalama Kullanılan Tutar (TL)	514,13
Toplam Kâr (TL)	353
Net Kâr (TL)	343,25
Sistem Getiri Oranı (%)	67
İlk Alım Fiyatı (TL)	18,56
En Küçük Alış Fiyatı (TL)	18,41
En Büyük Alış Fiyatı (TL)	40,56
Son Fiyat (TL)	39,16
Pasif Getiri Oranı (%)	111
İlk Ağırlık (%)	1,38
Satılmayı Bekleyen Lot Sayısı	9
Satılmayı Bekleyenlerin Maliyeti (TL)	39,82

**Şekil 10.** AKBNK Hisse Senedi

Tüm hisse senetleri için sonuçlar değerlendirilerek Tablo 14'teki özet tablo oluşturulmuştur. Hisse senetlerinin grafikleri, Ek 4'te verilmiştir.

**Tablo 14. Özet İstatistikler**

Hisse Senedi	AKBNK	AKSEN	ALARK	ARCLK	ASELS	ASTOR	BIMAS	EKGYO	ENKAI
Satış İşlem Sayısı	1.639	1.220	1.653	1.273	1.412	2.398	1.205	924	1.167
Alış Toplam (TL)	48.595,33	45.096,30	179.891,85	188.605,10	75.009,63	272.265,25	311.505,55	7.430,64	38.792,42
Satış Toplam (TL)	48.948,33	45.426,72	181.297,10	190.072,90	75.566,07	274.457,00	313.675,35	7.487,00	39.079,46
Komisyon (TL)	9,75	9,05	36,12	2,00	15,06	54,67	62,52	1,49	7,79
En Yüksek Kullanılan Tutar (TL)	1.559,40	2.963,30	9.478,15	11.668,90	2.018,10	12.553,15	13.123,90	644,61	1.829,18
Ortalama Kullanılan Tutar (TL)	514,13	983,91	2.750,16	3.031,93	565,15	3.648,36	3.317,47	241,67	672,66
Toplam Kâr (TL)	353,00	330,42	1.405,25	1.467,80	556,44	2.191,75	2.169,80	56,36	287,04
Net Kâr (TL)	343,25	321,37	1.369,13	1.465,80	541,38	2.137,08	2.107,28	54,87	279,25
Sistem Getiri Oranı (%)	67	33	50	48	96	59	64	23	42
İlk Alım Fiyatı (TL)	18,56	29,82	69,55	105,70	24,46	56,15	176,10	6,76	27,26
En Küçük Alış Fiyatı (TL)	18,41	28,28	67,40	105,10	36,80	50,80	157,80	6,31	25,96
En Büyük Alış Fiyatı (TL)	40,56	43,30	136,20	175,70	50,25	151,10	327,90	9,67	38,80
Son Fiyat (TL)	39,16	30,02	87,95	125,70	45,60	90,50	309,50	7,08	35,72
Pasif Getiri Oranı (%)	111	1	26	19	86	61	76	5	31
İlk Ağırlık (%)	1,38	2,22	5,18	7,88	1,82	4,18	13,12	0,50	2,03
Satılmayı Bekleyen Lot Sayısı	9	75	86	73	22	106	12	64	19
Satılmayı Bekleyenlerin Maliyeti (TL)	39,82	36,30	109,21	149,66	48,02	118,43	316,56	8,34	37,29

**Tablo 14.** Özet İstatistikler (devamı)

Hisse Senedi	EREGL	GARAN	HEKTS	ISCTR	KCHOL	KOZAA	KOZAL	KRDMD	ODAS
Satış İşlem Sayısı	865	1.644	1.405	1.547	1.019	2.057	1.600	1.430	1.892
Alış Toplam (TL)	35.688,04	79.962,25	35.981,14	31.422,29	136.766,25	124.162,03	42.287,12	36.114,26	21.569,75
Satış Toplam (TL)	35.935,20	80.566,44	36.252,64	31.662,49	137.759,55	125.097,63	42.611,72	36.382,66	21.739,65
Komisyon (TL)	7,16	16,05	7,22	6,31	27,45	24,93	8,49	7,25	4,33
En Yüksek Kullanılan Tutar (TL)	2.691,76	2.859,13	3.045,62	1.479,81	5.431,60	6.941,27	2.977,46	2.382,64	1.304,03
Ortalama Kullanılan Tutar (TL)	992,49	1.028,80	1.860,53	443,01	1.861,48	1.892,63	1.059,35	684,51	290,39
Toplam Kâr (TL)	247,16	604,19	271,50	240,20	993,30	935,60	324,60	268,40	169,90
Net Kâr (TL)	240,00	588,14	264,28	233,89	965,85	910,67	316,11	261,15	165,57
Sistem Getiri Oranı (%)	24	57	14	53	52	48	30	38	57
İlk Alım Fiyatı (TL)	35,66	29,44	29,74	13,07	96,45	44,78	20,98	19,44	6,93
En Küçük Alış Fiyatı (TL)	34,04	29,04	20,32	12,84	94,10	42,48	20,08	19,05	6,26
En Büyük Alış Fiyatı (TL)	48,30	64,00	34,32	26,40	159,70	75,20	33,72	33,04	14,40
Son Fiyat (TL)	42,00	60,30	20,90	23,78	140,50	42,22	20,2	23,3	8,13
Pasif Getiri Oranı (%)	18	105	-30	82	46	-6	-4	20	17
İlk Ağırlık (%)	2,66	2,19	2,22	0,97	7,19	3,34	1,56	1,45	0,52
Satılmayı Bekleyen Lot Sayısı	32	14	108	24	27	124	112	71	118
Satılmayı Bekleyenlerin Maliyeti (TL)	45,08	62,04	27,04	25,06	150,22	57,01	26,40	27,91	10,98

**Tablo 14.** Özet İstatistikler (devamı)

Hisse Senedi	PETKM	SAHOL	SASA	SISE	TAVHL	TCELL	THYAO	TUPRS	YKBNK
Satış İşlem Sayısı	1.315	1.016	1.338	812	1.180	1.454	931	1.068	1.343
Alış Toplam (TL)	26.006,05	57.703,17	67.880,11	40.942,40	138.479,60	76.062,17	215.799,25	134.650,45	22.408,92
Satış Toplam (TL)	26.193,11	58.126,08	68.419,96	41.243,06	139.570,80	76.625,02	217.349,75	135.686,75	22.572,67
Komisyon (TL)	5,22	11,58	13,63	8,22	27,81	15,27	43,31	27,03	4,50
En Yüksek Kullanılan Tutar (TL)	1.515,24	2.744,90	4.843,50	2.421,36	5.882,90	2.959,33	14.597,90	6.574,70	814,24
Ortalama Kullanılan Tutar (TL)	454,34	907,48	2.636,30	845,03	2.217,90	1.065,39	5.875,99	1.980,44	202,09
Toplam Kâr (TL)	187,06	422,91	539,85	300,66	1.091,20	562,85	1.550,50	1.036,30	163,75
Net Kâr (TL)	181,84	411,33	526,22	292,44	1.063,39	547,58	1.507,19	1.009,27	159,25
Sistem Getiri Oranı (%)	40	45	20	35	48	51	26	51	79
İlk Alım Fiyatı (TL)	13,80	42,86	53,50	40,04	85,45	34,80	175,40	72,75	12,41
En Küçük Alış Fiyatı (TL)	13,10	41,44	39,30	39,42	82,80	33,24	170,00	71,70	12,12
En Büyük Alış Fiyatı (TL)	25,10	66,80	65,95	57,35	138,20	62,35	268,80	165,80	22,10
Son Fiyat (TL)	18,11	63,55	38,6	46,38	108,70	55,05	233	144,8	20,46
Pasif Getiri Oranı (%)	31	48	-28	16	27	58	33	99	65
İlk Ağırlık (%)	1,03	3,19	3,99	2,98	6,37	2,59	13,07	5,42	0,92
Satılmayı Bekleyen Lot Sayısı	69	11	95	45	48	29	29	22	19
Satılmayı Bekleyenlerin Maliyeti (TL)	21,44	65,12	50,49	51,74	122,38	58,56	231,79	156,31	21,17

Hisse senetlerinin sistem getiri oranları ile pasif getiri oranları arasındaki farklar, Tablo 15’te gösterilmiştir. Sürekli alım satım stratejisi, Tablo 15’te görüldüğü gibi 9 hisse senedinde (TUPRS, GARAN, AKBNK, ISCTR, BIMAS, THYAO, TCELL, SAHOL ve ASTOR) başarısız olurken,18 hisse senedinde (KCHOL, EREGL, PETKM, ASELS, ENKAI, YKBANK, EKGYO, KRDM, SISE, TAVHL, ALARK, ARCLK, AKSEN, KOZAL, ODAS, HEKTS, SASA ve KOZAA) başarılı olmuştur. Başarısız olan hisse senetlerinin grafikleri incelendiğinde yükselen piyasa içinde oldukları gözlemlenmiştir. Dolayısıyla sürekli alım satım stratejisinin düşen ve yatay piyasada başarılı olduğu, yükselen piyasada ise aynı başarıyı gösteremediği sonucuna varılmıştır. Sürekli alım satım stratejisini başarısını arttırmak ve yükselen piyasada da sonuç vermesi için stratejiye eklemeler yapılmalı ve ilerleyen çalışmalarda test edilmelidir.



**Tablo 15.** Hisse Senetlerinin Sistem Getiri Oranları ile Pasif Getiri Oranları Arasındaki Farklar

Hisse Senedi	Sistem Getiri Oranı (%)	Pasif Getiri Oranı (%)	Fark (%)
TUPRS	51	99	-48
GARAN	57	105	-48
AKBNK	67	111	-44
ISCTR	53	82	-29
BIMAS	64	76	-12
THYAO	26	33	-7
TCELL	51	58	-7
SAHOL	45	48	-3
ASTOR	59	61	-3
KCHOL	52	46	6
EREGL	24	18	6
PETKM	40	31	9
ASELS	96	86	9
ENKAI	42	31	10
YKBNK	79	65	14
EKGYO	23	5	18
KRDMD	38	20	18
SISE	35	16	19
TAVHL	48	27	21
ALARK	50	26	23
ARCLK	48	19	29
AKSEN	33	1	32
KOZAL	30	-4	34
ODAS	57	17	40
HEKTS	14	-30	44
SASA	20	-28	48
KOZAA	48	-6	54

Tablo 16, belirlenen hisse senetlerinde uygulama boyunca yapılan satış işlem sayılarını, en düşük, en yüksek alış fiyatlarını ve zirve-dip arası fark oranları göstermektedir. Tablo 16 incelendiğinde en çok ASTOR hisse senedinde, en az SISE hisse senedinde satış işlemi yapıldığı görülmektedir. Uygulama süresince 27 hisse senedi ile toplam 36.807 satış işlemi, ortalama hisse senedi başına ise 1.363 satış işlemi yapılmıştır. Bu durumda 130 işlem günü dikkate alınarak günlük hisse senedi başına yaklaşık 10 (1363/130) adet satış işleminin yapıldığı söylenebilir. %0,6 kâr oranı ile satım yapıldığı için stratejinin getirisi, günlük %6 (10\*%0,6) civarında olmaktadır. Bir diğer önemli bulgu ise genellikle volatilitesi yüksek olan hisse senetlerindeki işlem sayısının fazla olmasıdır.

**Tablo 16.** Uygulama Döneminde Hisse Senetlerinde Satış İşlem Sayıları, En Küçük- En Büyük Alış Fiyatları ve Zirve Dip Arası Fark Oranları

Hisse Senedi	Satış İşlem Sayısı	En Küçük Alış Fiyatı (TL)	En Büyük Alış Fiyatı (TL)	Zirve-Dip Arası Fark (%)
ASTOR	2398	50,80	151,10	197
KOZAA	2057	42,48	75,20	77
ODAS	1892	6,26	14,40	130
ALARK	1653	67,40	136,20	102
GARAN	1644	29,04	64,00	120
AKBNK	1639	18,41	40,56	120
KOZAL	1600	20,08	33,72	68
ISCTR	1547	12,84	26,40	106
TCELL	1454	33,24	62,35	88
KRDMD	1430	19,05	33,04	73
ASELS	1412	36,80	50,25	37
HEKTS	1405	20,32	34,32	69
YKBNK	1343	12,12	22,10	82
SASA	1338	39,30	65,95	68
PETKM	1315	13,10	25,10	92
ARCLK	1273	105,10	175,70	67
AKSEN	1220	28,28	43,30	53
BIMAS	1205	157,80	327,90	108
TAVHL	1180	82,80	138,20	67
ENKAI	1167	25,96	38,80	49
TUPRS	1068	71,70	165,80	131
KCHOL	1019	94,10	159,70	70
SAHOL	1016	41,44	66,80	61
THYAO	931	170,00	268,80	58
EKGYO	924	6,31	9,67	53
EREGL	865	34,04	48,30	42
SISE	812	39,42	57,35	45
Ortalama	1363,22	47,34	86,48	83

6 ay boyunca 27 hisse senedinin %0,40 alışı, %0,60 satışı oranı ile sürekli alım satıma tabi tutulması sonucu satış yapılan işlem sayısı, 36.807 olmuştur. Toplam kâr, 18.727,79 TL'dir. Komisyon düşüldükten sonra net kâr, 18.263,57 TL'dir. En çok 127.306,08 TL, ortalama 42.023,53 TL bakiye ile işlem yapmıştır. Uygulamada kullanılan ağırlıklara göre oluşan portföyün sistem getiri oranı, %43,46'dır. Bu oran; BİST30, BİST100, USDTR, altın, tahvil, mevduat ve portföy pasif getiri oranlarına göre

yüksektir. Farklı yatırımların getiri oranlarına göre değerlendirilen Tablo 17'ye bakıldığında sürekli alım satım stratejisinin başarısı gayet açıktır.

**Tablo 17.** Farklı Yatırımların Getiri Oranları

Yatırımlar	Getiri Oranı (%)
BİST30	34,21
BİST100	37,77
USDTR	24,12
Altın	29,74
Tahvil	20,00
Mevduat	30,00
Portföy Pasif	40,19
Portföy Sistem	43,46

Uygulama sürecinde BİST100 ve BİST30 endekslerinin grafikleri, sırasıyla Şekil 11 ve Şekil 12'deki gibidir. Grafiklere bakıldığında, bu endekslerin benzer şekilde hareket ettiği görülmektedir. Özellikle uygulamanın ilk aylarında piyasanın yükseldiği, son döneminde ise piyasanın yatay bir seyir izlediği gözlemlenmiştir.



**Şekil 11.** BİST100 Endeksi



Şekil 12. BİST30 Endeksi

Markowitz (1952)'in modern portföy teorisine göre ortalama varyans modeli kullanılarak oluşturulan farklı portföylerin getirileri, Tablo 18'de gösterilmiştir. Farklı risk algısı olan yatırımcılar için oluşan portföylerin pasif getirileri ile sürekli alım satım stratejisi robotunun getirileri kıyaslandığında maksimum getiri isteyen yatırımcı için oluşan tek hisse senetli (ASTOR) portföy haricinde diğer portföylerde sistemin getirisi daha yüksek olmuştur. Yine aynı tabloda farklı risk oranlarına göre oluşan portföy sonuçları incelendiğinde %5'in üzerindeki risk oranları ile oluşan portföyler haricinde sistemin getirisi daha yüksek olmuştur.

**Tablo 18.** Farklı Portföylerin Getiri Oranları

Portföyler	Pasif Getiri Oranı (%)	Sistem Getiri Oranı (%)	Portföydeki Hisse Senedi Sayısı
Eşit Ağırlık	37,56	<b>46,21</b>	27
Uyg. Kullanılan Ağırlık	40,19	<b>43,46</b>	27
Maks. Getiri	<b>61,18</b>	58,58	1
Min. Risk	22,46	<b>40,47</b>	8
Maks. Getiri/Risk Oranı	41,36	<b>54,85</b>	5
% 1,87 Risk	22,48	<b>40,47</b>	8
% 2,00 Risk	34,66	<b>47,20</b>	8
% 2,50 Risk	39,37	<b>52,59</b>	5
% 3,00 Risk	41,38	<b>54,87</b>	4
% 3,50 Risk	46,13	<b>57,05</b>	3
% 4,00 Risk	52,28	<b>59,25</b>	3
% 4,50 Risk	58,04	<b>61,31</b>	3
% 5,00 Risk	<b>63,12</b>	62,98	2
% 5,50 Risk	<b>62,63</b>	61,00	3
% 6,00 Risk	<b>61,18</b>	58,58	2

## SONUÇ

Bu çalışmada, AT stratejisi geliştirme ve seçim sürecinde uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla sürekli alım satım (continuous trading) stratejisi geliştirilmiş ve test edilmiştir. BİST hisse senedi takas piyasası verileri kullanılarak gerçekleştirilen uygulamada geliştirilen strateji kodlanmış, bir veri tabanı oluşturulmuş ve algoritma bir robota entegre edilmiştir. Robotun gerçekleştirdiği tüm işlemler ve elde edilen getiriler, detaylı bir şekilde veri tabanına kaydedilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, sürekli alım satım stratejisinin BİST30 endeksindeki hisse senetleri üzerinde AT için uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Geliştirilen strateji, yatay ve düşen piyasa koşullarında başarılı sonuçlar verirken, yükselen piyasalarda aynı performansı gösterememiştir. Markowitz (1952)'in modern portföy teorisine göre ortalama varyans modeli kullanılarak oluşan 15 portföyün 11'inde stratejinin daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Markowitz'in orijinal portföy teorisi, koşulsuz korelasyonları kullanır. Ancak günümüzün karmaşık finansal piyasalarında, koşullu korelasyonlar ve gelişmiş risk yönetimi araçları, daha doğru ve esnek portföy stratejileri geliştirmek için önemlidir. Koşulsuz korelasyon, portföy seçiminde yararlı olabilir, ancak tek başına yetersiz kalabilir. Yapılacak çalışmaların değişen piyasa koşullarını ve dinamik risk faktörlerini dikkate alan daha ileri yöntemlerle desteklenmesi, daha başarılı portföy seçimleri için gereklidir. Kümeleme bazlı portföy seçimi, daha iyi çeşitlendirme, piyasa dinamiklerine uyum, anlamlı varlık grupları, spesifik risklerden kaçınma, gelişmiş risk yönetimi ve veri odaklı karar alma gibi birçok avantaj sağlar. Bu yöntem, yatırımcıların daha dengeli, düşük riskli ve performanslı portföyler oluşturmasına yardımcı olabilir. İlerki çalışmalarda kümeleme bazlı portföy seçimleri yaparak daha dengeli ve risk yönetimi daha iyi yapılmış portföyler oluşturulabilir.

EPH'ye göre, gelişmiş sermaye piyasalarında menkul kıymetlerle ilgili tüm bilgiler anında fiyatlara yansıtılmaktadır. Piyasada menkul kıymetin fiyatı, mevcut bilgilere dayanarak belirlenir. Etkin bir piyasada, tüm bilgiler değerlendirilmiş olduğu için herhangi bir anda menkul kıymetin fiyatı, o kıymetin gerçek değerine eşittir. Bu durum, yatırımcıların istatistiksel yöntemler kullanarak ortalamanın üzerinde getiri elde etmelerini zorlaştırır. Sürekli alım satım stratejisi uygulanan portföyün getirisi, BİST30 endeksinin getirisinden yüksek olmuştur. Bu çalışmada endeks üstü getiri sağlandığı için hipotezle çelişen bulgulara rastlanmıştır. Daha fazla çıkarım yapmak için zaman serileri üzerinde testler yapmak gerekmektedir. İlerki çalışmalarda haftalık veya aylık gibi belirli

aralıklarla uzun dönemli bir zaman serisi oluşturacak şekilde araştırmalar yapıp, finansal piyasaların zaman içindeki hareketleri ve oynaklığı detaylı bir şekilde analiz edilebilir.

AT'nin finansal piyasalardaki etkileri üzerine yapılan akademik çalışmalar likidite, volatilitte ve fiyat oluşumu gibi temel unsurları kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Uygulamada kullanılan AT stratejisinin hacmi dolayısıyla likiditeyi arttırdığı ve fiyat keşfine olumlu katkı sađladđı söylenebilir.

Sürekli alım satım stratejisinin düşen ve yatay piyasalarda başarılı olduğu, ancak yükselen piyasalarda aynı başarıyı gösteremediği sonucuna varılmıştır. Bu stratejinin başarısını arttırmak ve yükselen piyasalarda da başarılı olmasını sağlamak için stratejiye eklemeler yapılmalı ve ilerleyen çalışmalarda test edilmelidir. Uygulama belirli hisse senetlerinde yapılmış olup, farklı hisse senetlerinde uygulandığında farklı sonuçlar ortaya çıkabilir. Hisse seçimi yapılırken temel analiz yapılarak finansal verileri sağlam olan ve fiyatı değerinin altında işlem gören hisseler seçilmesi önemlidir. Hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları değiştirilerek çalışmalar yapılabilir. Uygulama, sadece 6 ay boyunca denenmiştir ve her türlü piyasa koşulunda işlem yapılamayabileceği için yeterince test edilmemiş olabilir, bu nedenle uygulama süresi arttırılabilir. Markowitz (1952)'in ortalama varyans modelinin yanısıra farklı portföy optimizasyon teknikleri (Black Litterman vb.) de kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Uygulamada kullanılan alım ve satım oranı, birçok seçenekten sadece biridir. Bu oranlar, kişinin risk algısına göre değişebilir ve portföy bakiyesi büyüdükçe küçülebilir. Optimal alım ve satım oranı belirlemek için analizler yapılabilir.

Uygulamada kullanılan stratejiye ek olarak, bazı dönemlerde alım yaptırıp satışı durduran, bazı dönemlerde de alımı durdurup satışı devam ettiren seçenekler eklenebilir. Alınan varlıkların bir kısmı belli bir kâr oranı ile satıldıktan sonra kalan miktar, daha yüksek kâr oranı ile satılmak üzere bekletilebilir. Her düşüşte aldığı miktar artırılabilir veya değişen fiyat aralıklarında farklı miktarda alım yapılabilir. Ayrıca zirve fiyat, dip fiyat ve toplam tutar belirlenerek çalışmalar yapılmalıdır. Hisse senedi piyasasının yanı sıra Forex ve kripto piyasalarında da çalışmalar yapılabilir. Yapay sinir ağları ve makine öğrenmesi kullanılarak stratejide kullanılan parametreler belirlenebilir.

Bu sonuçlar, AT stratejilerinin piyasa koşullarına göre performansının değişebileceğini ve belirli piyasa koşullarında daha başarılı olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Türkiye'deki hisse senedi piyasasının etkinlik düzeyi hakkında önemli bilgiler



sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, farklı stratejilerin ve piyasa koşullarının daha detaylı incelenmesiyle AT'nin etkinliğini artırmaya yönelik katkılar sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Abergel, F., Bouchaud, J. P., Foucault, T., Lehalle, C. A. ve Rosenbaum, M. (Eds.). (2012). *Market micro structure: confronting many view points*. John Wiley&Sons.
- Akçay, A. ve Çoklar, A. N. (2016). “Bilişsel becerilerin gelişimine yönelik bir öneri: Programlama eğitimi.” *Eğitim Teknolojileri Okumaları*, 121-139.
- Akkaya, A., ve Öztürk, G. (2020). “Algoritma yazma ve öğrenimi hakkında meslek yüksekokulu öğrencilerinin görüşleri”, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 367-380.
- Alfonsi, A., Fruth, A. ve Schied, A. (2010). “Optimal execution strategies in limit order books with general shape functions”, *Quantitative finance*, 10(2), 143-157.
- Asness, C. (2014). “Our model goes to six and saves value from redundancy along the way. Cliff’s Perspective. “, <https://www.aqr.com/Insights/Perspectives/Our-Model-Goes-to-Six-and-Saves-value-From-Redundancy-Along-the-Way>
- Avellaneda, M. ve Stoikov, S. (2008). “High-frequency trading in a limit order book”, *Quantitative Finance*, 8(3), 217-224.
- Aysel, Ü. ve Santur, Y. (2022). “A new moving average approach to predict the direction of stock movements in algorithmic trading”, *Journal of New Results in Science*, 11(1), 13-25.
- Aygören, H. (2008). “İstanbul menkul kıymetler borsasının fractal analizi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 125-134.
- Balaban, E. (1995). “Informational Efficiency of the Istanbul Securities Exchange and Some Rationale For Public Regulation”, *The Central Bank Of The Republic Of Turkey Research Department, Discussion Paper. No. 9502*. Ankara.
- Balaban, E., Candemir, B. H. ve Kunter, K. (1996). “Stock Market Efficiency In a Developing Economy: Evidence From Turkey”. *The Central Bank of The Republic of Turkey Research Department Discussiom Paper. No. 9612*. Ankara.
- Balkan, E. ve Aygören, H. (2020). “Finansal Varlıkların Fiyatlandırılmasında Etkinlik Skorlarının Rolü: BİST Sınai Endeks Uygulaması”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (86), 247-266.
- Barberis, N. ve Thaler, A. (2002). “A Survey of Behavioral Finance”, *National Bureau of Economic Research NBER Working Paper Series. No. 9222*. Massachusetts.
- Barijough, F. M. (2014). *A test of Black-Litterman portfolio optimization; evidences from BİST*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Bekçioğlu, S. ve Ada, E. (1985). “Menkul Kıymetler Piyasası Etkin Mi?”, *Muhasebe Enstitüsü Dergisi*, S.41, 30-38.
- Bektur, Ç. ve Aydın, M. (2019). “Borsa İstanbul ve Alt Endekslerinde Zayıf Formda Piyasa Etkinliğinin Analizi: Fourier Yaklaşımı”, *Akademik İncelemeler Dergisi*, 14(2), 59-76.
- Benos, E. ve Sagade, S. (2016). “Price discovery and th ecross-section of high-frequency trading”, *Journal of Financial Markets*, 30, 54-77.
- Biais, B. ve Foucault, T. (2014). “HFT And Market Quality”, *Bankers, Markets&Investors*, 128(1), 5-19.
- Bildik, R. (2000). *Hisse Senedi Piyasalarında Dönemsellikler ve İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma*, İstanbul: İMKB Yayınları.
- Blocher, J., Cooper, R., Seddon, J. ve Van Vliet, B. (2016). “Phantom liquidity and high frequency quoting”, *The Journal of Trading*, 11(3), 6-15.
- Bodie, Z., Kane, A. ve Marcus, A. (2013). *Ebook: Essentials of investments: Global edition*. McGraw Hill.

- Bollen, J., Mao, H. ve Zeng, X. (2011). "Twitter Mood Predicts The Stock Market", *Journal of computational science*, 2(1), 1-8.
- Borsa İstanbul, (2019a). Tarihsel Gelişmeler, <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/27/tarihsel-gelismeler> (24 Mayıs 2023).
- Borsa İstanbul, (2019b). Teknoloji Hizmetleri, <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/474/teknoloji-hizmetlerigelismeler> (24 Mayıs 2023).
- Borsa İstanbul. (2023a). Yüksek Frekanslı İşlemler (Yfi) Kullanıcılarının Emir / İşlem Oranı Yöntemi ile Ücretlendirilmesi Bilgi Notu. [https://borsaistanbul.com/files/emir-islem-orani-\(otr\)-bilgi-notu.pdf](https://borsaistanbul.com/files/emir-islem-orani-(otr)-bilgi-notu.pdf) (24 Mayıs 2023).
- Borsa İstanbul. (2023b). Pay Piyasasında Algoritmik İşlemler ve Bistech Ptrm/İşlem Öncesi Risk Yönetimi Prosedürü. <https://www.borsaistanbul.com/files/pay-piyasasinda-algoritmik-islemler-ve-bistech-ptrm-islem-oncesi-risk-yonetimi-proseduru.pdf> (24 Mayıs 2023).
- Brock, W., Lakonishok, J. ve LeBaron, B. (1992). "Simple Technical Trading Rules And The Stochastic Properties of Stockreturns", *The Journal of finance*, 47(5), 1731-1764.
- Brogaard, J. (2010). "High Frequency Trading and Its Impact On Market Quality", *Northwestern University Kellogg School of Management Working Paper*, 66, 10.
- Brogaard, J., Hendershott, T. ve Riordan, R. (2014). "High-Frequency Trading and Price Discovery", *The Review of Financial Studies*, 27(8), 2267-2306.
- Budak, C. (2019). *Teknik Analiz İndikatörlerinin Performans Karşılaştırması Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Buguk, C. ve Brorsen, B. W. (2003). "Testing Weak-Form Market Efficiency: Evidence From The Istanbul Stock Exchange", *International review of financial analysis*, 12(5), 579-590.
- Breckenfelder, J. (2019). Competition Among High-Frequency Traders, And Market Quality. *European Central Bank. Working Paper Series № 2290*.
- Carhart, M. M. (1997). "On persistence in mutual fund performance", *The Journal of finance*, 52(1), 57-82.
- Cevizci, A. (2016). "A comparison of optimal portfolio performances of three optimization methods", *International Journal of Commerce and Finance*, 2(1), 137-146.
- Charkasov, M. (2019). *Portföy Optimizasyonunda Markowitz ve Sharpe Modellerinin Kullanımı: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Chaboud, A. P., Chiquoine, B., Hjalmarsson, E. ve Vega, C. (2014). "Rise of the machines: Algorithmic trading in the foreign exchange market", *The Journal of Finance*, 69(5), 2045-2084.
- Chan, E. (2013). *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale* (Vol. 625). John Wiley&Sons.
- Chan, E. P. (2008). *Quantitative Trading: How To Build Your Own Algorithmic Trading Business*, John Wiley&Sons.
- Chang, Y., Lizardi, C. ve Shah, R. (2022). *Optimizing Returns Using the Hurst Exponent and Q Learning on Momentum and Mean Reversion Strategies*, *arXiv preprint arXiv:2205.11122*.
- Choi, J., Lee, Y. ve Lee, E. (2017). "Puzzle based algorithm learning for cultivating computational thinking", *Wireless Personal Communications*, 93(1), 131-145.
- Cullen, J. (2021). "Exchange-traded funds (ETFs) and FinTech: Market efficiency and systemic risk", *In Routledge Handbook of Financial Technology and Law*, 227-244.

- Çalışkan, T. (2012). "Black Litterman ve Markowitz Ortalama Varyans Modelinin Beta Faktörü, Artık Dalgalanma Dereceleri ve Toplam Riskleri Yönünden Karsılaştırılması", *Business and Economics Research Journal*, 3(4), 43.
- Çelenli Başaran, A. Z. (2021). "Sharpe Oranı ve Treynor Endeksi Performans Ölçülerine Dayalı Genetik Algoritma Yaklaşımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 16(1), 17-34.
- Çelik, M. S. ve Öztürk, M. B. (2022). "Sermaye Piyasalarında Algoritmik ve Yüksek Frekanslı İşlem Stratejileri", *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 77-85.
- Çelik, S., & Koç, Y. D. (2019). "Piyasaların Likiditesi Sürü Davranışını Tetikliyor Mu?", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 990-997.
- Çevik, F. ve Yalçın, Y. (2003). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) İçin Zayıf Etkinlik Sınaması: Stokastik Birim Kök Testi ve Kalman Filtre Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, C. 5, S. 1, 21-36.
- Çitilci, T. (2021). "Finansta Makinelerin Yükselişi: Koşul Bazlı Algoritma ile TCMB Faiz Kararına Bağlı Forex Piyasalarında Otomatik İşlem Açma", *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(Özel Sayı), 18-32.
- Çinko, M. (2015). "Borsa İstanbul'da Gün İçi Verisinin Analizi", *Maliye ve Finans Yazıları*, 1(103), 142-155.
- Daniel, K., Grinblatt, M., Titman, S. ve Wermers, R. (1997). "Measuring mutual fund performance with characteristic-based benchmarks", *The Journal of finance*, 52(3), 1035-1058.
- Davey, K. J. (2014). *Building Winning Algorithmic Trading Systems, + Website: A Trader's Journey From Data Mining to Monte Carlo Simulation to Live Trading*. John Wiley & Sons.
- De Prado, M. L. (2018). *Advances in financial machine learning*. John Wiley & Sons.
- De Bondt, W. F., & Thaler, R. (1985). "Does the stock market overreact?", *The Journal of finance*, 40(3), 793-805.
- Demir, F. M. (2023). *Finansal Teknolojilerin Gelişim Süreci ve Geleceği Üzerine Bir Analiz*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Demirdöğen, Y. (2020). "Finteklerin Gelişimini Etkileyen Faktörler", *Uygulamalı Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Dergisi*, 2(Özel Sayı), 43-55.
- Dilekçi, C., (2018), Borsa İstanbul Gözünden Yüksek Frekanslı İşlemler, Bloomberght. <https://www.bloomberght.com/yorum/ceren-dilekci/2182840-borsa-istanbul-gozunden-yuksek-frekansli-islemler> (11.05.2023).
- Doğru, B. ve Nacakcı, M. B. (2014). "Hisse Senedi Piyasasında Piyasa Yapıcılığı Sistemi ve Borsa İstanbul Uygulaması", *Dogus University Journal*, 15(1).
- Doğru, E. ve Medetoğlu, B. (2023). "Bıst Banka Endeksi (Xbank) İle Gelişmiş Ülke Bankacılık Endeksleri Arasındaki Volatilitate Etkileşiminin Dcc-Garch Modeli İle Analizi", *Anadolu Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 75-90.
- Duman Atan, S., Özdemir, Z. A. ve Atan, M. (2009). "Hisse Senedi Piyasasında Zayıf Formda Etkinlik: İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 24, S. 2, 33- 48.
- Durmuş, H. (2023). *Dijital Dönüşümün Finans Sektöründeki Rolü. Dijitalleşmenin Finans Sektörüne Getirdiği Yenilikler*, 13.
- Eickstädt, A. ve Horsch, A. (2021). "Financial technologies and systemic risk: Some general economic observations.", *In Routledge handbook of financial technology and law* (pp. 96-116). Routledge.

- Eismann, K. (2018). *Markowitz vs Black-Litterman: A comparison of two portfolio optimisation models*. Unpublished bachelor thesis, Mälardalen University, Västerås.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. (1987). "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J. ve Goetzmann, W. N. (2014). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis (9th ed.)*. New Jersey: John Wiley&Sons.
- Er, A. (2019). Sistem Trading Eğitimi. <https://www.fiyatneder.com/?pnum=91&pt=sistem+trading+eg%C4%B0timi> (Erişim Tarihi: 23.05.2023).
- Fama, E. F. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", *The Journal of Finance*, C. 25, S. 2, 383-417.
- Fama, E. F. ve MacBeth, J. D. (1973). "Risk, return, and equilibrium: Empirical tests", *Journal of political economy*, 81(3), 607-636.
- Fama, E. F. ve French, K. R. (1992). "The cross-section of expected stock returns", *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F. ve French, K. R. (1993). "Common risk factors in the returns on stocks and bonds", *Journal of financial economics*, 33(1), 3-56.
- Fama, E. F. ve French, K. R. (2015). "A five-factor asset pricing model", *Journal of financial economics*, 116(1), 1-22.
- Farmer, J. D. ve Lo, A. W. (1999). "Frontiers of finance: Evolution and efficient markets", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(18), 9991-9992.
- Fischer, T. ve Krauss, C. (2018). "Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions", *European journal of operational research*, 270(2), 654-669.
- Fu, X., Arisoy, Y. E., Shackleton, M. B. ve Umutlu, M. (2019). *Option-implied volatility measures and stock return predictability*. SSRN.
- Futschek, G. (2006, November). "Algorithmic thinking: the key for understanding computer science", In *International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives*, 159-168. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Gatev, E., Goetzmann, W. N. ve Rouwenhorst, K. G. (2006). "Pairs trading: Performance of a relative-value arbitrage rule", *The Review of Financial Studies*, 19(3), 797-827.
- Georgakopoulos, H. (2015). *Quantitative trading with R: understanding mathematical and computational tools from a quant's perspective*. Springer.
- Goodrich, M. T., Tamassia, R. ve Goldwasser, M. H. (2014). *Data structures and algorithms in Java*. John Wiley & sons.
- Guilbaud, F. (2013). *Optimal control in limit orderbooks*, Doctoral dissertation, Université Paris-Diderot-Paris VII.
- Guresen, E., Kayakutlu, G. ve Daim, T. U. (2011). "Using artificial neural network models in stock market index prediction", *Expert systems with Applications*, 38(8), 10389-10397.
- Graham, B. (1999). *Akıllı Yatırımcı*, İstanbul: Scala. Çev: Ali Perşembe.
- Gsell, M. (2008). *Assessing the impact of Algorithmic Trading on markets: A simulation approach* (No. 2008/49). CFS Working Paper.
- Hakan, E. R. ve Çetin, M. K. (2005). "Finansta Evrimsel Algoritmik Yaklaşımlar: Genetik Algoritma Uygulamaları", *Akdeniz University Faculty of Economics &*

*Administrative Sciences Faculty Journal/Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(10).

- Hasbrouck, J. (2007). *Empirical market microstructure: The institutions, economics, and econometrics of securities trading*. Oxford University Press.
- Hekim, R. (2022). *Algoritmik Ticaret ve Borsa İstanbul Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.
- Hendershott, T., Jones, C. M. ve Menkveld, A. J. (2011). “Does algorithmic trading improve liquidity?”, *The Journal of finance*, 66(1), 1-33.
- Hendershott, T. ve Riordan, R. (2013). “Algorithmic trading and the market for liquidity”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(4), 1001-1024.
- Hill, J. M. (2006). “Alpha as a net zero-sumgame”, *Journal of Portfolio Management*, 32(4), 24.
- Hu, Y., Liu, K., Zhang, X., Su, L., Ngai, E. W. T. ve Liu, M. (2015). “Application of evolutionary computation for rule discovery in stock algorithmic trading: A literature review”, *Applied Soft Computing*, 36, 534-551.
- Hüseyinov, İ. ve Uluçay, S. (2019, September). “Application of genetic and particle swarm optimization algorithms to portfolio optimization problem: Borsa İstanbul and crypto money Exchange”, In *2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, 189-194.
- Hyndman, R. J. ve Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Hsieh, T. J., Hsiao, H. F. ve Yeh, W. C. (2011). “Forecasting stock markets using wavelet transforms and recurrent neural networks: An integrated system based on artificial bee colony algorithm”, *Applied soft computing*, 11(2), 2510-2525.
- İpek, A. (2019). *Oyun Teorisine Dayalı Markowitz Portföy Optimizasyonu: BİST-30 Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Jegadeesh, N. ve Titman, S. (1993). “Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency”, *The Journal of finance*, 48(1), 65-91.
- Jegadeesh, N. ve Titman, S. (2001). “Profitability of momentum strategies: An evaluation of alternative explanations”, *The Journal of finance*, 56(2), 699-720.
- Jones, C. M. (2013). “What do we know about high-frequency trading?”, *Columbia Business School Research Paper*, (13-11).
- Kaboudan, M. A. (2000). “Genetic programming prediction of stock prices”, *Computational Economics*, 16(3), 207-236.
- Kaderli, Y., (2001). *Bir Hisse Senedi Portföyü Oluşturmada Çeşitlendirme Aracı Olarak Banka Hisseleri*, Yüksek Lisans Tezi, ADÜ, SBE, Aydın.
- Kahneman, D. ve Tversky, A. (1979). “Prospect theory: An analysis of decision under risk”, *Econometrica*, 47(2), 363-391.
- Katyetova, A. (2023). “Development Of Algorithmic And Programming Thinking At Primary School In State Educational Programs”, *Trends in Education*, 15(1), 26–36.
- Kaufman, P. J. (2013). *Trading Systems and Methods*, + Website (Vol. 591). John Wiley & Sons.
- Kayalı, M. M. ve Ünal, S. (2005). “Piyasa Mikro Yapısı, Finansal Varlıkların Likitidesi ve Fiyatların Oluşumu”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (12).
- Keskin, Ö. D. (2019). *İchimoku Kinko Hyo göstergesinin teknik analizde kullanımı: Bist-100 hisse senetleri üzerinde bir uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Khodabandehlou, S. ve Golpayegani, S. A. H. (2022). “Market manipulation detection: A systematic literature review”, *Expert Systems with Applications*, 210, 118330.

- Kıyılar, M. (1997). Etkin Pazar Kuramı ve Etkin Pazar Kuramının İMKB’de İrdelenmesi-Test Edilmesi. Ankara: SPK Yayınları.
- Kimoto, T., Asakawa, K., Yoda, M. ve Takeoka, M. (1990, June). “Stock market prediction system with modular neural networks”, In *1990 IJCNN international joint conference on neural networks*, 1-6.
- Kissell, R. (2013). *The science of algorithmic trading and portfolio management*. Academic Press.
- Kissell, R. ve Malamut, R. (2006). “Algorithmic Decision-Making Framework”, *The Journal of Trading*. 1. 12-21.
- Kissell, R. (2020). *Algorithmic trading methods: Applications using advanced statistics, optimization, and machine learning techniques*. Academic Press.
- Korkmaz, A. (2022). *Hisse Senedi Değerlemesinde Teknik İndikatörlerin Etkinliği: Borsa İstanbul Üzerine Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kou, G., Chao, X., Peng, Y., Alsaadi, F. E. ve Herrera-Viedma, E. (2019). “Machine learning methods for systemic risk analysis in financial sectors”, *Technological and Economic Development of Economy*, 25(5), 716-742.
- Köse, A. (1993). “Etkin Pazar Kuramı ve İMKB’de Etkin Pazar Kuramının Zayıf Şeklini Test Etmeye Yönelik Bir Çalışma-Filtre Kuralı Testi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C. 22, S. 2.
- Kurnaz, E. (2019). *Markowitz Ortalama-Varyans ve Black-Litterman Modelleri ile Oluşturulan Portföylerin Karşılaştırılması: BİST 100 Endeksi Şirketleri Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Kurban, D. (2021). *Risk Ve Belirsizlik Altında Verilen Yatırım Kararlarında Yatkinlik Etkisi: Borsa İstanbul’da Yapılan İlk Halka Arzlarda Yatkinlik Etkisi İle İlgili Ampirik Çalışma*, Doktora Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Finans Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükkıralı, Z. ve Afşar, K. E. (2022). “Dijital Verinin Finansallaşması ve Platform Kapitalizmi”, *Öneri Dergisi*, 17(58), 665-690.
- Leone, V. ve Kwabi, F. (2019). “High frequency trading, price discovery and market efficiency in the FTSE100”, *Economics Letters*, 181, 174-177.
- Lo, A. W. (2004). “The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective”, *Journal of Portfolio Management*, Forthcoming.
- Lo, A. (2017). *Adaptive markets: Financial evolution at the speed of thought*. Princeton University Press.
- Maknickienė, N., Stankevičienė, J. ve Maknickas, A. (2020). “Comparison of forex market forecasting tools based on Evolino ensemble and technical analysis indicators”, *Romanian Journal of Economic Forecasting – XXIII (3) 2020*, 134-148
- Malcıoğlu, G. ve Aydın, M. (2016). “Borsa İstanbul’da Piyasa Etkinliğinin Analizi: Harvey Doğrusallık Testi”, *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, C. 2, S. 1, 112-123.
- Marangoz, M. (2006). *Markowitz portföy seçim modeli ve yatırım fonları üzerine bir uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Markowitz, H. (1952). “Portfolio Selection”, *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Menkhoff, L. ve Taylor, M. P. (2007). “The obstinate passion of foreign exchange professionals: technical analysis”, *Journal of Economic Literature*, 45(4), 936-972.
- Menkveld, A. J. (2013). “High frequency trading and the new market makers”, *Journal of financial Markets*, 16(4), 712-740.

- Min, B. H. ve Borch, C. (2022). "Systemic failures and organizational risk management in algorithmic trading: Normal accidents and high reliability in financial markets", *Social Studies of Science*, 52(2), 277-302.
- Mishra, A. K., Pisipati, S. ve Vyas, I. (2011). "An equilibrium approach for tactical asset allocation: Assessing Black-Litterman model to Indian stock market", *Journal of Economics and International Finance*, 3(10), 553.
- Narang, R. K. (2013). *Inside the black box: a simple guide to quantitative and high-frequency trading* (Vol. 846). John Wiley & Sons.
- Neely, C. J. ve Weller, P. A. (2001). "Technical analysis and central bank intervention", *Journal of International Money and Finance*, 20(7), 949-970.
- Nuti, G., Mirghaemi, M., Treleven, P. ve Yingsaeree, C. (2011). "Algorithmic trading", *Computer*, 44(11), 61-69.
- Majcherczyk, N., Jayabalan, A., Beltrame, G. ve Pincirolu, C. (2018, October). Decentralized connectivity-preserving deployment of large-scale robot swarms. In 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (pp. 4295-4302). IEEE.
- Okur, M. ve Çağıl, G. (2004). "İMKB'nin Zayıf Formda Test Edilmesi", Geleneksel Finans Sempozyumu.
- Özari, Ç., Turan, K. ve Demir, E. (2016). "Teknik indikatörlerin etkinliği: Bist30 ve bist100 endeksleri üzerine bir uygulama", *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 6(1), 94-113.
- Özcan, Y. E. (2016). *Technical analysis: testing MACD with using BİST30 index*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, Z. A. (2008). "Efficient Market Hypothesis: Evidence From a Small Open Economy", *Applied Economics*, C. 40, S. 5, 633-641.
- Öztürk, H. (2016). "Teknik analizde alım-satım sistemi oluşturma: Sistemin geçmişe yönelik testleri", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 469-493.
- Öztürk, H. (2024). *Finans piyasalarında yatırımların değerlendirilmesinde Fintech ve yapay zeka uygulamaları: Türkiye örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik.
- Pagano, M., Sánchez Serrano, A., ve Zechner, J. (2019). "Can EFTs Contribute to Systemic Risk?", *ESRB: Advisory Scientific Committee Reports*, 9.
- Pesaran, M. H. (2010). "Predictability of asset returns and the efficient market hypothesis", *Handbook of Empirical Economics and Finance*, 281-312.
- Poledna, S., Molina-Borboa, J. L., Martínez-Jaramillo, S., Van Der Leij, M. ve Thurner, S. (2015). "The multi-layer network nature of systemic risk and its implications for the costs of financial crises", *Journal of Financial Stability*, 20, 70-81.
- Putniņš, T. J. (2020). An overview of market manipulation. *Corruption and Fraud in Financial Markets: Malpractice, Misconduct and Manipulation*, 13.
- Rezaei, H., Faaljou, H. ve Mansourfar, G. (2021). "Stock price prediction using deep learning and frequency decomposition", *Expert Systems with Applications*, 169, 114332.
- Ross, S. A. (1976). "The arbitrage theory and asset pricing model", *Journal of Economic Theory*, 13(3), 343-362.
- Savaş, M. C. (2017). *Dinamik mod ayrışımı kullanarak algoritmik ticaret stratejileri: Türk hisse senedi piyasasına uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Serrano, A. S. (2020). "High-frequency trading and systemic risk: A structured review of findings and policies", *Review of Economics*, 71(3), 169-195.



- Shiller, R. J. (2003). "From efficient markets theory to behavioral finance", *Journal of economic perspectives*, 17(1), 83-104.
- Sinclair, E. (2013). *Volatility Trading*. John Wiley&Sons.
- Stasiulis, D. (2009). "Semi-strong form efficiency in the CEE stock markets", *Unpublished research paper, University SSE Riga*. Retrieved November, 24, 2009.
- Summers, S. C. (1992). *The Excess Earnings Method, Handbook of Business Valuation*, John Wiley & Sons, New York.
- Sümer, E. ve Aybar, Ş. (2016). "Etkin Piyasalar Hipotezinin, Finansal Piyasaları Açıklamadaki Yetersizliği Ve Davranışsal Finans", *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 75-84.
- Syvertsen, C. Ø. (2013). *The Black-Litterman model*. Unpublished master's thesis, University of Agder, Kristiansand.
- Szakmary, A. C., Shen, Q. ve Sharma, S. C. (2010). "Trend-following trading strategies in commodity futures: Are-examination", *Journal of Banking & Finance*, 34(2), 409-426.
- Tanrıöver, B. ve Arslantürk Çöllü, D. (2015). "Türkiye'de Yatırımcıların Öngörü Performanslarının Rassal Yürüyüş Modeli Çerçevesinde Analizi", *Business and Economics Research Journal*, C. 6, S. 2, 127-139.
- Tişan, A. G. (2015). "The efficient market hypothesis: Review of specialized literature and empirical research", *Procedia Economics and Finance*, 32, 442-449.
- Treleaven, P.C., Galas, M. ve Lalchand, V. (2013). "Algorithmic trading review", *Commun. ACM*, 56, 76-85.
- Tulukcu, M. A. (2020). *Sermaye ve para piyasalarında kullanılan indikatörlerin 2015-2019 dönemi performans analizi*, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Tunc, H. ve Güneş, H. (2022). "Öğrencilerin genel piyasa davranışlarına ilişkin farkındalık seviyelerinin arbitraj davranışına etkisi: Logit modeli." *Oltu Beşeri ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 52-56.
- Uyar, A. ve Uzuner, M. T., (2015). "Türkiye'de Altın Piyasasının Zayıf Formda Etkinliğinin Koşu Testi Uygulaması ile Sınanması", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, C. 7, S. 12, 197-208.
- Vedapradha, R., Hariharan, R., Praveenraj, D. D. W., Sudha, E., Pandey, M. ve Ambrose, S. (2023). "Algorithm trading and its application in stock brokings ervices", *In E3S Web of Conferences* (Vol. 376, p. 05002). EDP Sciences.
- Wafi, A. S. (2015). "Profitability of technical analysis rules in emerging and developed markets: review", *China-Usa Business Review*, 14(10).
- Wald, A. ve Wolfowitz, J. (1940). "On a test whether two samples are from the same population", *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(2), 147-162.
- Wang, Q., Xu, W. ve Zheng, H. (2018). "Combining the wisdom of crowds and technical analysis for financial market prediction using deep random subspace ensembles", *Neurocomputing*, 299, 51-61.
- Wu, J., Zhang, L. ve Zhang, X. F. (2010). "The q-theory approach to understanding the accrual anomaly", *Journal of Accounting Research*, 48(1), 177-223.
- Yalçın, Ç. K., Çevik, Y. E. ve Tanrıöven, C. (2022). "Yüksek Frekanslı İşlemler Sonrası Borsa İstanbul'da Piyasa Etkinliğinin Test Edilmesi", *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(1), 100-119.
- Yılmaz, C. (2016). *Teknik Analiz Göstergelerinin Performans Analizi: Borsa İstanbul Üzerine Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

- Yüksel, Ö. (2016). *Borsa İstanbul'da Görülen Dönemsel Anomaliler*, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırklareli.
- Zeren, F., Kara, H. ve Arı, A. (2013). "Piyasa Etkinliği Hipotezi: İMKB İçin Ampirik Bir Analiz", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 36, S.36, 141-148.
- Zhou, T., Gao, S., Wang, J., Chu, C., Todo, Y. ve Tang, Z. (2016). "Financial time series prediction using a dendritic neuron model", *Knowledge-Based Systems*, 105, 214-224.

## **EKLER**

## EKLER

### EK 1. İDEAL Veri Terminalinde Çalışan Kademe Robotu Örneği Kodu:

```

stringFileName = "C:\\ideal\\HisseRobot.xlsx";
boolDevamEt = true;
if (DateTime.Now.DayOfWeek == DayOfWeek.Saturday) DevamEt = false;
if (DateTime.Now.DayOfWeek == DayOfWeek.Sunday) DevamEt = false;
if (DateTime.Now.ToString("HHmm").CompareTo("1000") <= 0) DevamEt = false;
if (DateTime.Now.ToString("HHmm").CompareTo("1800") >= 0) DevamEt = false;
//if (DateTime.Now.ToString("HHmm").CompareTo("1300") >= 0 &&
//DateTime.Now.ToString("HHmm").CompareTo("1400") <= 0) DevamEt = false;
if (System.IO.File.Exists(FileName) == false) DevamEt = false;
if (DevamEt)
{
varExcelArray = Sistem.NesneGetir(FileName + ";" + DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd"));
if (ExcelArray == null)
{
ExcelArray = Sistem.ExcelOku(FileName);
Sistem.NesneKaydet(FileName + ";" + DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd"), ExcelArray);
}
//Excel dosyasını 10 dk'da bir tekrar oku.
if (Sistem.ZamanKontrolDakika(FileName + ";" + DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd")) >= 5)
{
Sistem.ZamanKontrolGuncelle(FileName + ";" + DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd"));
ExcelArray = Sistem.ExcelOku(FileName);
Sistem.NesneKaydet(FileName + ";" + DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd"), ExcelArray);
}

intSatirSayisi = ExcelArray.GetLength(0); //satirlarin sayısını bul
for (int i = 2; i <= SatirSayisi; i++)
{
var Sembol = ExcelArray[i, 1].ToString();
varAlisFiyat = (decimal)ExcelArray[i, 2];
varHedefFiyat = (decimal)ExcelArray[i, 3];
varStopFiyat = (decimal)ExcelArray[i, 4];
var Lot = (int)ExcelArray[i, 5];
var Anahtar = Sistem.Name + " , " + Sembol;
doubleIslemFiyat = 0;
DateTimeIslemTarih;
var Rezerv = "";
var Pozisyon = Sistem.PozisyonKontrolOku(Anahtar, outIslemFiyat, outIslemTarih, outRezerv);
varEmirSembol = "MKBH" + Sembol;
varbasicitem = Sistem.YuzeySelVenOku(EmirSembol);
varsonfiyat = (decimal)basicitem.LastPrice;
varbidfiyat = (decimal)basicitem.BidPriceDec;
varaskfiyat = (decimal)basicitem.AskPriceDec;
if (sonfiyat == 0) continue;
if (bidfiyat == 0) continue;
if (askfiyat == 0) continue;
varIslem = "";
var Miktar = 0.0;
if (sonfiyat <= AlisFiyat && Pozisyon == 0 && Rezerv == "") //AL
{
Rezerv = "AL";
Miktar = Lot;
IslemFiyat = Sistem.SonFiyat(EmirSembol);
}
elseif (Pozisyon > 0 && askfiyat >= HedefFiyat && Rezerv == "AL") // KARLA KAPAT
{
Rezerv = "KAR AL";
Miktar = -Lot;
}
elseif (Pozisyon > 0 && bidfiyat < StopFiyat && Rezerv == "AL") // STOP
{
Rezerv = "STOP";
Miktar = -Lot;
}
if (Miktar > 0) Islem = "ALIS";
if (Miktar < 0) Islem = "SATIS";
if (Islem != "")
{
Sistem.PozisyonKontrolGuncelle(Anahtar, Miktar + Pozisyon, IslemFiyat, Rezerv);
Sistem.EmirSembol = EmirSembol;
Sistem.EmirIslem = Islem;
Sistem.EmirSureci = "KIE";
Sistem.EmirTipi = "Piyasa";
Sistem.EmirMiktari = Math.Abs(Miktar);
Sistem.EmirGonder();
}
}
}
}

```

**EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları**

Tarih	BİST 30	AKBNK	AKSEN	ALARK	ARCLK	ASELS	ASTOR	BIMAS	EKGYO	ENKAI	EREGL	GARAN	HEKTS	ISCTR
19.01.2023	0,01	0,01	-0,01	-0,02	0,05	-0,02	0,10	0,01	0,00	-0,03	-0,01	0,01	0,00	0,02
20.01.2023	0,02	0,06	-0,01	0,02	-0,01	0,01	0,10	0,00	0,02	-0,03	0,02	0,05	0,00	0,06
23.01.2023	-0,01	-0,01	-0,04	0,01	-0,01	-0,03	0,10	0,01	-0,02	-0,03	-0,03	0,01	-0,10	0,00
24.01.2023	-0,01	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	0,03	0,10	0,00	-0,03	0,01	-0,02	-0,03	-0,01	-0,02
25.01.2023	-0,01	-0,03	-0,01	-0,03	-0,01	-0,02	0,10	0,00	0,01	-0,03	-0,01	-0,04	-0,02	-0,03
26.01.2023	-0,02	-0,04	-0,01	-0,02	0,01	-0,01	0,10	-0,02	-0,01	0,02	0,01	-0,04	-0,03	-0,03
27.01.2023	0,00	-0,02	0,00	0,10	-0,02	0,01	0,10	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,05	-0,03
30.01.2023	-0,02	0,02	-0,02	-0,05	-0,02	-0,04	0,10	-0,04	-0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,04	-0,01
31.01.2023	-0,03	0,00	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04	-0,07	-0,03	-0,01	0,04	-0,03	0,01	-0,04	0,01
01.02.2023	-0,05	-0,08	-0,04	-0,08	-0,06	-0,07	-0,04	-0,04	-0,09	-0,06	-0,05	-0,07	-0,01	-0,08
02.02.2023	0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,03	0,01	-0,06	0,02	-0,02	-0,03	0,03	-0,02	0,05	-0,02
03.02.2023	0,05	0,10	0,05	0,04	0,04	0,07	0,08	0,04	0,04	0,04	0,05	0,08	0,00	0,08
06.02.2023	-0,01	-0,02	-0,04	-0,03	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	-0,04	-0,06	-0,02
07.02.2023	-0,09	-0,09	-0,08	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10	-0,07	-0,10	-0,10	-0,06	-0,07	-0,10	-0,08
08.02.2023	0,00	0,03	-0,03	-0,08	-0,07	0,80	-0,09	-0,01	-0,06	-0,07	-0,05	0,01	-0,10	0,02
15.02.2023	0,10	0,07	0,13	0,20	0,19	-0,39	0,21	0,11	0,16	0,19	0,16	0,09	0,22	0,08
16.02.2023	0,02	0,00	-0,01	-0,04	0,03	-0,02	-0,07	0,02	0,02	-0,05	0,08	-0,01	0,10	0,06
17.02.2023	0,00	-0,01	0,01	-0,02	-0,03	-0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,03	-0,01
20.02.2023	0,02	0,00	0,01	0,04	0,06	-0,02	0,10	-0,01	0,10	0,00	0,09	0,00	0,10	0,01
21.02.2023	-0,01	-0,01	0,02	0,07	0,05	-0,01	0,03	0,00	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00	-0,03
22.02.2023	-0,02	0,01	-0,03	0,03	0,01	0,01	0,07	-0,02	-0,10	0,06	-0,09	0,00	-0,06	0,02
23.02.2023	0,00	0,00	0,07	0,06	-0,01	-0,01	0,10	0,01	0,01	0,05	-0,02	0,00	0,00	0,01
24.02.2023	-0,01	-0,01	-0,04	-0,02	0,01	-0,02	0,07	-0,01	0,07	-0,03	0,00	-0,02	-0,03	-0,02
27.02.2023	0,03	0,08	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	-0,01	0,02	0,00	0,06	0,04	0,07
28.02.2023	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,06	0,01	-0,02	0,05	0,00	-0,01	0,00	-0,02
01.03.2023	0,02	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,06	0,02	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02
02.03.2023	-0,01	0,01	-0,04	-0,04	0,02	0,00	-0,04	0,02	-0,04	-0,01	-0,04	0,01	-0,04	0,03
03.03.2023	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	-0,01	0,01	-0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,02
06.03.2023	0,04	0,08	0,02	0,05	0,07	0,02	0,10	0,02	0,03	0,01	0,01	0,08	0,02	0,10
07.03.2023	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,04	0,00	0,10	-0,01	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00
08.03.2023	0,02	0,07	0,00	0,04	0,02	0,02	-0,05	0,01	0,00	0,01	-0,03	0,10	-0,02	0,10
09.03.2023	0,00	-0,01	0,03	0,01	-0,02	0,02	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00
10.03.2023	-0,01	-0,01	-0,02	0,01	-0,03	-0,03	0,07	0,01	-0,02	0,00	-0,05	0,02	0,00	0,03
13.03.2023	-0,01	-0,04	-0,02	-0,06	-0,02	0,00	0,03	0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,06	0,01	-0,03
14.03.2023	-0,02	-0,01	-0,03	-0,06	-0,02	0,02	-0,02	-0,05	-0,05	-0,03	-0,01	-0,02	-0,04	0,01

## EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları (devamı)

Tarih	BİST 30	AKBNK	AKSEN	ALARK	ARCLK	ASELS	ASTOR	BIMAS	EKGYO	ENKAI	EREGL	GARAN	HEKTS	ISCTR
15.03.2023	-0,01	0,00	-0,03	-0,03	-0,04	-0,05	0,02	0,00	-0,05	-0,06	-0,03	0,00	-0,02	0,02
16.03.2023	0,02	0,02	0,03	0,02	0,07	0,02	0,10	0,06	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01
17.03.2023	-0,03	-0,04	-0,03	0,02	-0,04	0,02	0,10	0,00	-0,02	0,00	-0,04	-0,04	-0,03	0,00
20.03.2023	-0,03	0,00	-0,03	-0,02	-0,04	-0,03	-0,10	-0,01	-0,04	-0,03	-0,03	0,01	-0,05	-0,05
21.03.2023	-0,01	-0,03	-0,03	-0,01	-0,03	-0,04	0,08	-0,02	-0,03	-0,02	0,00	-0,03	0,00	-0,03
22.03.2023	0,02	0,02	0,04	0,00	0,04	0,03	-0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,04	0,02	0,00
23.03.2023	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,05	0,03	0,03
24.03.2023	-0,01	-0,02	0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,02	0,01	-0,02
27.03.2023	-0,01	0,02	-0,01	-0,01	0,01	0,01	-0,05	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,04	-0,02
28.03.2023	-0,04	-0,03	-0,06	-0,05	-0,05	-0,06	-0,10	0,01	-0,07	-0,04	-0,04	-0,03	-0,04	-0,05
29.03.2023	0,03	0,05	0,00	0,01	0,01	0,02	-0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,04	0,04
30.03.2023	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,03	-0,01	0,03	-0,03	0,00
31.03.2023	-0,02	0,01	-0,04	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,01	-0,02	-0,04	-0,04
03.04.2023	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	-0,02	-0,07	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	-0,01	0,01
04.04.2023	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,09	0,04	0,05	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02
05.04.2023	-0,02	-0,03	0,03	0,00	-0,02	-0,02	0,06	-0,01	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03
06.04.2023	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01
07.04.2023	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	-0,01	-0,03	-0,01	0,04	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,01
10.04.2023	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,00	0,03	0,09	0,03	0,03	0,02	0,10	0,02
11.04.2023	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,05	0,01
12.04.2023	0,01	0,02	-0,01	0,03	-0,01	0,03	-0,02	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,05	-0,02	0,01
13.04.2023	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	0,01	-0,02	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,03	-0,04	-0,01
14.04.2023	-0,01	-0,02	0,00	-0,02	0,00	-0,02	0,01	0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0,00	-0,01	0,00
17.04.2023	0,00	0,02	0,06	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01	-0,04	-0,02	0,00	0,03	-0,01
18.04.2023	-0,01	0,01	-0,03	-0,05	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	0,02	-0,02	0,00
19.04.2023	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	-0,02	0,00	0,01	0,04	0,00	0,06	0,00	0,02
20.04.2023	-0,01	-0,04	-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	0,00	-0,02	-0,01	0,01	-0,01	-0,05	0,00	-0,04
24.04.2023	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,04	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,00	0,03	-0,01
25.04.2023	-0,03	-0,02	-0,06	-0,03	-0,05	-0,03	-0,04	-0,02	-0,04	-0,05	0,00	-0,04	-0,02	-0,03
26.04.2023	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03	0,00	0,01	-0,03	0,00	-0,04	0,00	-0,04	-0,02
27.04.2023	0,00	0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0,04	0,03	0,00	-0,02	-0,01	0,03	0,02	0,01
28.04.2023	-0,04	-0,06	-0,05	-0,04	-0,02	-0,06	-0,03	-0,01	-0,03	-0,05	0,02	-0,02	-0,05	-0,04
02.05.2023	-0,02	-0,02	0,02	-0,04	-0,04	-0,04	-0,07	-0,02	-0,04	-0,03	-0,03	0,01	-0,01	-0,01
03.05.2023	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	0,01	-0,02	-0,10	0,02	-0,04	-0,03	-0,03	-0,01	-0,04	-0,01

## EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları (devamı)

Tarih	BİST 30	AKBNK	AKSEN	ALARK	ARCLK	ASELS	ASTOR	BIMAS	EKGYO	ENKAI	EREGL	GARAN	HEKTS	ISCTR
04.05.2023	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,10	0,00	-0,01	-0,03	-0,01	-0,03	0,03	0,00
05.05.2023	-0,02	-0,02	0,00	-0,03	-0,03	-0,04	-0,02	0,01	-0,04	0,00	-0,03	-0,04	-0,05	0,00
08.05.2023	0,04	0,08	0,02	0,04	0,02	0,03	-0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,09	0,01	0,10
09.05.2023	-0,01	0,01	-0,02	-0,02	0,00	-0,04	-0,06	0,02	-0,01	-0,02	-0,02	0,02	-0,03	0,04
10.05.2023	-0,01	0,01	-0,01	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,04	-0,01	-0,05	-0,02	0,00	-0,07	0,06
11.05.2023	0,08	0,10	0,06	0,07	0,10	0,08	0,06	0,10	0,09	0,07	0,06	0,10	0,06	0,10
12.05.2023	-0,01	0,04	0,00	0,02	-0,07	-0,02	-0,02	0,02	-0,03	-0,05	-0,01	0,06	0,01	-0,01
15.05.2023	-0,07	-0,10	-0,04	-0,04	-0,05	-0,02	0,02	-0,10	0,03	-0,03	-0,02	-0,10	-0,02	-0,10
16.05.2023	0,02	-0,09	0,04	0,08	0,04	0,06	0,10	-0,05	0,09	0,03	0,08	-0,10	0,05	-0,10
17.05.2023	0,01	-0,01	0,03	-0,01	0,00	0,01	0,10	-0,03	-0,01	0,02	0,00	-0,02	0,05	-0,01
18.05.2023	-0,04	-0,04	-0,02	0,03	-0,04	-0,03	-0,06	-0,03	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04
22.05.2023	-0,01	-0,04	-0,01	0,02	-0,03	-0,01	0,04	-0,03	0,06	-0,02	0,00	-0,04	0,01	-0,05
23.05.2023	0,00	0,00	0,02	-0,02	0,00	-0,01	0,01	-0,02	-0,03	0,01	-0,01	0,00	0,04	0,01
24.05.2023	-0,01	-0,03	-0,02	0,00	-0,02	-0,02	-0,04	-0,01	-0,02	0,02	0,00	-0,02	-0,03	-0,02
25.05.2023	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	-0,01	0,02	0,00	0,05	-0,03	0,00	0,02	-0,02	0,02
26.05.2023	0,04	0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	0,01	0,01	0,09	0,02	0,03	0,02	0,04	0,01
29.05.2023	0,04	0,03	0,08	0,05	0,04	0,10	0,05	0,02	0,03	0,07	0,05	0,02	0,06	0,01
30.05.2023	0,04	0,10	0,02	0,03	0,07	0,02	0,00	0,02	0,02	0,03	0,02	0,10	0,01	0,09
31.05.2023	-0,02	-0,03	0,07	0,02	-0,03	-0,03	-0,01	0,00	-0,04	-0,02	-0,03	-0,03	0,01	-0,04
01.06.2023	0,01	0,03	-0,01	0,00	0,05	0,00	0,05	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02
02.06.2023	0,04	0,07	0,00	0,02	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,05	0,03	0,06	0,05	0,08
05.06.2023	0,06	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,10	0,03
06.06.2023	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,02	0,02	-0,04	0,01	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01
07.06.2023	0,04	0,02	0,03	0,04	0,07	0,04	0,01	0,04	0,07	0,04	0,04	0,03	0,01	0,04
08.06.2023	0,00	0,01	-0,01	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,01	-0,02	0,02
09.06.2023	0,01	-0,01	-0,01	0,07	0,00	0,02	-0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	-0,01	-0,01	-0,01
12.06.2023	-0,01	-0,02	0,02	-0,04	-0,03	-0,03	0,03	0,01	-0,04	-0,01	0,02	-0,03	-0,03	-0,03
13.06.2023	-0,03	0,00	-0,06	-0,04	0,00	-0,04	-0,04	0,01	-0,04	-0,03	-0,01	-0,01	-0,06	-0,01
14.06.2023	-0,01	0,02	-0,03	-0,03	-0,02	0,00	0,02	-0,01	-0,04	-0,04	-0,03	0,02	-0,02	0,02
15.06.2023	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,05	0,10	0,04
16.06.2023	0,00	-0,02	-0,03	0,00	-0,02	-0,01	0,02	0,05	0,00	-0,02	0,01	-0,02	0,00	-0,03
Ortalama (%)	0,07	0,25	-0,18	0,08	0,05	0,19	1,56	0,33	-0,03	-0,07	-0,05	0,32	-0,09	0,32
Std.sapma (%)	2,70	3,85	3,30	4,06	3,93	9,51	6,03	2,91	4,34	3,74	3,28	3,96	4,71	3,98
Beta		1,07	0,88	1,03	1,18	0,32	0,79	0,81	1,14	0,94	0,89	1,02	1,28	1,06

**EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları (devamı)**

Tarih	KCHOL	KOZAA	KOZAL	KRDMD	ODAS	PETKM	SAHOL	SASA	SISE	TAVHL	TCELL	THYAO	TUPRS	YKBNK
19.01.2023	0,03	0,03	0,04	-0,01	-0,02	-0,01	0,03	-0,01	0,02	0,01	-0,01	0,04	0,00	0,00
20.01.2023	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,05	-0,01	0,02	0,05
23.01.2023	0,00	0,02	0,02	-0,04	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,04	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01
24.01.2023	-0,02	-0,03	0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	0,00	-0,01	-0,02	0,02	-0,01	0,02	-0,02
25.01.2023	-0,01	0,03	0,00	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,01	0,01	-0,03
26.01.2023	-0,02	-0,05	-0,03	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	0,00	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01	-0,02	-0,03
27.01.2023	0,00	-0,04	-0,05	-0,03	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	0,01	-0,01	-0,03	0,00	0,03	-0,03
30.01.2023	-0,01	-0,04	0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	-0,03	-0,05	0,00
31.01.2023	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,05	-0,02	-0,01	-0,05	-0,05	-0,02	0,00
01.02.2023	-0,07	-0,08	-0,02	-0,07	-0,08	-0,07	-0,05	-0,03	-0,03	-0,07	-0,04	-0,05	-0,05	-0,07
02.02.2023	0,02	-0,01	0,02	0,01	-0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	-0,02	-0,02
03.02.2023	0,06	0,01	-0,02	0,06	0,05	0,05	0,05	-0,01	0,08	0,03	0,06	0,06	0,09	0,09
06.02.2023	-0,01	-0,01	-0,03	0,08	-0,04	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	0,01	-0,02	-0,03	-0,02
07.02.2023	-0,10	-0,10	-0,06	-0,10	-0,10	-0,10	-0,07	-0,03	-0,09	-0,10	-0,10	-0,09	-0,10	-0,08
08.02.2023	-0,02	-0,10	0,00	-0,09	-0,08	-0,09	-0,01	0,00	-0,04	-0,08	-0,07	-0,10	0,00	0,04
15.02.2023	0,12	0,22	0,10	0,21	0,19	0,20	0,11	0,03	0,15	0,19	0,19	0,22	0,10	0,06
16.02.2023	-0,01	-0,03	-0,03	0,10	-0,05	0,00	-0,02	-0,05	0,06	-0,06	-0,04	0,00	0,10	0,02
17.02.2023	0,00	0,02	0,06	0,08	0,06	0,00	0,00	0,02	-0,01	-0,01	-0,04	0,01	-0,01	-0,01
20.02.2023	0,02	-0,02	-0,02	0,10	0,10	0,08	0,02	-0,04	0,06	0,03	-0,02	0,00	-0,01	0,00
21.02.2023	-0,01	-0,01	-0,02	0,10	0,00	0,02	-0,01	-0,08	-0,02	0,00	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01
22.02.2023	0,00	0,01	0,00	-0,10	-0,06	-0,03	0,01	0,02	-0,02	-0,01	0,03	-0,01	-0,03	0,02
23.02.2023	0,00	0,01	0,01	-0,04	0,05	0,02	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	0,00	0,00	0,01
24.02.2023	0,00	-0,01	-0,01	0,03	0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,01	-0,03	-0,01	0,02	-0,02
27.02.2023	0,04	-0,01	-0,05	-0,02	-0,02	0,02	0,05	0,06	0,04	0,05	0,02	0,06	0,00	0,08
28.02.2023	-0,01	-0,01	-0,01	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,02
01.03.2023	0,03	-0,03	-0,04	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,00	0,03	0,01	0,01
02.03.2023	0,01	-0,04	-0,08	-0,05	0,07	-0,04	0,01	-0,01	-0,02	-0,02	0,00	-0,04	0,00	0,00
03.03.2023	-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02	0,03	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	-0,03
06.03.2023	0,07	0,03	-0,02	0,00	0,03	0,03	0,04	-0,03	0,07	0,04	0,04	0,03	0,02	0,09
07.03.2023	-0,01	-0,03	-0,01	-0,02	0,04	-0,01	-0,02	0,00	-0,03	0,04	-0,01	-0,01	0,04	0,00
08.03.2023	0,07	-0,04	-0,04	-0,04	-0,01	-0,01	0,04	-0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,00	0,08
09.03.2023	-0,02	0,02	0,04	0,06	-0,01	0,03	-0,02	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01
10.03.2023	-0,02	0,05	0,02	-0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	-0,02	-0,02	0,04	-0,01	-0,02	0,01
13.03.2023	-0,02	0,01	0,04	-0,03	-0,04	-0,01	0,00	-0,03	-0,02	0,02	-0,03	-0,02	-0,02	-0,06
14.03.2023	-0,04	-0,03	-0,03	0,01	-0,08	-0,03	-0,03	0,05	0,00	-0,04	0,00	-0,03	-0,03	0,00



## EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları (devamı)

Tarih	KCHOL	KOZAA	KOZAL	KRDMD	ODAS	PETKM	SAHOL	SASA	SISE	TAVHL	TCELL	THYAO	TUPRS	YKBNK
15.03.2023	-0,02	-0,04	-0,04	-0,03	-0,06	-0,03	-0,03	0,01	-0,01	-0,02	-0,06	-0,01	0,02	0,00
16.03.2023	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	-0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
17.03.2023	-0,04	-0,03	0,00	-0,03	-0,01	-0,03	-0,04	-0,01	-0,03	-0,02	-0,03	-0,04	-0,03	-0,01
20.03.2023	-0,03	0,00	0,02	-0,03	-0,06	-0,03	-0,02	0,05	-0,03	-0,02	-0,03	0,00	-0,04	0,00
21.03.2023	0,00	-0,01	-0,04	-0,03	0,00	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	0,00
22.03.2023	0,04	0,01	0,01	0,06	0,01	0,03	0,02	0,00	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
23.03.2023	0,01	0,03	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	-0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01
24.03.2023	-0,02	0,02	0,05	-0,02	-0,02	0,00	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,03
27.03.2023	-0,01	-0,04	-0,03	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	-0,02	-0,01	0,04	-0,02	-0,02	-0,01
28.03.2023	-0,02	-0,05	-0,05	-0,03	-0,05	-0,04	-0,03	0,02	-0,05	-0,04	-0,06	-0,05	-0,02	-0,03
29.03.2023	0,04	-0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,05	0,00	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03
30.03.2023	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	0,00	0,03	0,00	-0,02	0,00	-0,02
31.03.2023	-0,03	-0,02	0,03	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	0,02	-0,01	-0,03	0,00	-0,03	-0,02	-0,03
03.04.2023	0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	0,04	0,01	0,05	0,01	0,05	0,03	0,02	0,06	0,01
04.04.2023	0,03	0,03	0,01	0,02	0,06	0,02	0,04	-0,02	0,05	0,04	0,05	0,06	0,02	0,02
05.04.2023	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,02	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	-0,01	-0,02	-0,03	-0,02
06.04.2023	-0,01	0,03	0,01	-0,02	-0,02	-0,02	0,00	-0,04	-0,01	0,00	0,01	0,02	-0,02	0,01
07.04.2023	-0,01	0,08	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,01	-0,02	0,00	-0,01	0,00
10.04.2023	0,03	0,01	0,02	0,03	0,07	0,05	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05	0,05	0,03	0,03
11.04.2023	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	-0,02	-0,01	-0,01	0,01	0,00	-0,01	0,02
12.04.2023	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,00	-0,10	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,03
13.04.2023	-0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	-0,02	0,02	-0,05	0,00	0,01	0,00	0,03	-0,01	-0,01
14.04.2023	0,00	0,03	-0,02	-0,02	-0,03	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,01	-0,02	-0,02	-0,01
17.04.2023	-0,01	0,10	0,10	-0,03	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,01	-0,03	-0,01
18.04.2023	-0,01	-0,06	-0,04	-0,01	-0,02	-0,02	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,01
19.04.2023	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	-0,02	0,01	-0,01	0,03	0,02
20.04.2023	0,00	-0,03	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	0,00	0,10	-0,01	-0,02	0,04	-0,01	-0,02	-0,03
24.04.2023	0,01	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	-0,02	0,02	0,00	0,00
25.04.2023	-0,02	-0,06	-0,05	-0,02	-0,04	-0,01	-0,01	0,00	-0,03	-0,02	-0,06	-0,02	-0,02	-0,03
26.04.2023	-0,02	-0,05	-0,04	-0,05	-0,03	-0,01	0,01	-0,01	-0,03	-0,06	-0,01	-0,03	-0,04	-0,01
27.04.2023	0,02	-0,04	-0,03	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	0,02	-0,02	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,01
28.04.2023	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,04	0,07	-0,05	-0,03	-0,05	-0,02	-0,04	-0,05
02.05.2023	-0,02	-0,05	-0,06	-0,06	-0,07	-0,04	-0,02	0,03	0,00	-0,04	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
03.05.2023	0,02	-0,07	-0,08	-0,03	-0,03	0,00	0,02	-0,04	0,02	0,00	-0,01	0,02	0,06	0,01
04.05.2023	0,01	0,04	0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,01

## EK 2. BİST30 ve 27 Hisse Senedinin 100 Günlük Getiri Oranları (devamı)

Tarih	KCHOL	KOZAA	KOZAL	KRDMD	ODAS	PETKM	SAHOL	SASA	SISE	TAVHL	TCELL	THYAO	TUPRS	YKBNK
05.05.2023	-0,01	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0,09	-0,01	0,00	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02
08.05.2023	0,06	0,03	0,01	0,08	0,04	0,04	0,05	0,07	0,04	0,02	0,03	0,06	0,03	0,08
09.05.2023	0,08	0,01	-0,03	-0,02	-0,03	-0,03	0,01	-0,04	-0,02	0,01	0,00	-0,03	-0,02	0,05
10.05.2023	0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,03	-0,03	0,00	0,03	-0,02	-0,02	0,04	-0,02	0,00	0,01
11.05.2023	0,10	0,09	0,05	0,09	0,04	0,07	0,10	0,06	0,10	0,08	0,07	0,07	0,10	0,10
12.05.2023	0,00	-0,04	-0,02	0,01	-0,05	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01	-0,03	-0,04	-0,03	-0,01	0,01
15.05.2023	-0,10	0,03	0,04	-0,01	-0,05	-0,01	-0,10	-0,01	-0,08	-0,06	-0,10	-0,06	-0,10	-0,10
16.05.2023	-0,08	0,10	0,09	0,10	0,04	0,05	0,00	0,06	0,04	0,05	0,04	0,09	0,04	-0,09
17.05.2023	0,02	0,05	0,02	0,01	0,07	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	-0,01
18.05.2023	-0,04	-0,05	-0,06	-0,02	-0,03	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04	-0,05	-0,04	-0,03	-0,04	-0,03
22.05.2023	-0,03	0,08	0,07	0,01	0,00	0,00	-0,04	-0,01	-0,02	0,00	-0,02	0,02	-0,02	-0,04
23.05.2023	0,00	-0,03	-0,03	-0,02	0,09	0,00	0,00	-0,05	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	0,03	0,01
24.05.2023	-0,03	0,00	0,01	-0,03	0,01	0,00	-0,04	0,01	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01
25.05.2023	0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,04
26.05.2023	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	0,05	0,04	0,06	0,06	0,03	0,02
29.05.2023	0,02	0,03	0,06	0,08	0,06	0,04	0,02	-0,05	0,06	0,08	0,03	0,03	0,04	0,02
30.05.2023	0,07	0,01	0,03	0,02	0,07	0,04	0,08	0,01	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02	0,10
31.05.2023	-0,03	0,02	0,08	-0,03	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	0,00	-0,04	-0,02	-0,04	-0,01
01.06.2023	0,02	-0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	-0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03
02.06.2023	0,06	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,03	0,10
05.06.2023	0,10	0,01	0,02	0,04	0,02	0,03	0,05	0,00	0,04	0,10	0,03	0,10	0,05	0,05
06.06.2023	0,00	0,01	0,04	0,00	-0,02	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,00	-0,01
07.06.2023	0,07	0,04	0,02	0,07	0,00	0,03	0,03	-0,02	0,07	0,05	0,02	0,04	0,06	0,01
08.06.2023	0,00	0,00	-0,01	0,05	-0,02	-0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	0,02
09.06.2023	0,03	0,03	0,01	0,05	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00
12.06.2023	-0,03	-0,02	-0,01	-0,04	0,01	0,01	-0,02	-0,03	-0,01	0,02	-0,01	0,04	0,00	-0,04
13.06.2023	-0,01	-0,06	-0,07	0,01	-0,05	-0,04	-0,02	0,04	-0,03	-0,04	-0,02	-0,03	-0,04	-0,01
14.06.2023	0,00	-0,04	-0,04	-0,02	-0,03	-0,03	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,03	0,03	-0,03	0,03
15.06.2023	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,07
16.06.2023	-0,02	0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	-0,01	-0,02	-0,01
Ortalama (%)	0,34	-0,09	-0,13	0,19	-0,23	-0,17	0,15	0,21	0,05	0,04	0,02	0,27	0,00	0,44
Std.sapma (%)	3,76	4,54	3,70	4,67	4,32	3,57	3,16	3,36	3,60	3,77	3,82	3,94	3,45	3,85
Beta	1,18	0,97	0,55	1,17	1,09	1,09	1,04	0,07	1,23	1,14	1,09	1,20	1,06	1,03

**EK 3. Kovaryans Matrisi**

	AKBNK	AKSEN	ALARK	ARCLK	ASELS	ASTOR	BIMAS	EKGYO	ENKAI
AKBNK	0,001467	0,000546	0,000648	0,000815	0,000571	0,00029	0,000697	0,000611	0,000649
AKSEN	0,000546	0,001076	0,000883	0,000757	-0,00015	0,000784	0,000451	0,000836	0,000783
ALARK	0,000648	0,000883	0,001628	0,001030	-0,00074	0,001077	0,000606	0,001176	0,001038
ARCLK	0,000815	0,000757	0,001030	0,001531	-0,00065	0,000954	0,000695	0,001166	0,001006
ASELS	0,000571	-0,00015	-0,00074	-0,00065	0,008949	-0,00100	-0,00013	-0,00035	-0,00067
ASTOR	0,000290	0,000784	0,001077	0,000954	-0,00100	0,003602	0,000395	0,001065	0,000911
BIMAS	0,000697	0,000451	0,000606	0,000695	-0,00013	0,000395	0,000838	0,000518	0,000556
EKGYO	0,000611	0,000836	0,001176	0,001166	-0,00035	0,001065	0,000518	0,001865	0,000933
ENKAI	0,000649	0,000783	0,001038	0,001006	-0,00067	0,000911	0,000556	0,000933	0,001387
EREGL	0,000415	0,000612	0,000774	0,000918	-0,00056	0,000729	0,000443	0,001099	0,000646
GARAN	0,001389	0,000524	0,000674	0,000814	0,000208	0,000114	0,000705	0,000610	0,000674
HEKTS	0,000635	0,001033	0,001181	0,001135	-0,00102	0,000976	0,000661	0,001313	0,000977
ISCTR	0,001351	0,000466	0,000571	0,000859	0,000464	0,000294	0,00068	0,000559	0,000601
KCHOL	0,001171	0,000606	0,00084	0,001044	-7,5E-05	0,000491	0,000817	0,000800	0,000763
KOZAA	0,000465	0,000930	0,001134	0,000981	-0,00102	0,001240	0,00049	0,001296	0,000944
KOZAL	0,000167	0,000673	0,000579	0,000464	3,02E-05	0,000778	0,000201	0,000775	0,000547
KRDMD	0,000608	0,000829	0,001114	0,001217	-0,00086	0,000899	0,000621	0,001612	0,000991
ODAS	0,000697	0,000926	0,001062	0,001139	-0,00075	0,001285	0,000567	0,001254	0,001129
PETKM	0,000710	0,000883	0,001119	0,001071	-0,00086	0,000946	0,000586	0,001225	0,001003
SAHOL	0,000906	0,000595	0,000778	0,000944	3,26E-05	0,000484	0,000696	0,000743	0,000732
SASA	8,56E-05	-3,1E-05	-5,1E-06	-2,5E-05	-0,00017	-0,00015	1,52E-05	-2,1E-05	0,000191
SISE	0,000840	0,000818	0,000985	0,001150	-0,00020	0,000785	0,000704	0,001045	0,000876
TAVHL	0,000737	0,000844	0,001085	0,001150	-0,00071	0,001003	0,000674	0,001079	0,001029
TCELL	0,000862	0,000748	0,000947	0,001070	-0,00057	0,000897	0,000632	0,000917	0,000990
THYAO	0,000682	0,000869	0,001099	0,001127	-0,00093	0,000958	0,000686	0,001140	0,000940
TUPRS	0,000748	0,000607	0,000710	0,000910	0,000223	0,000515	0,000613	0,000777	0,000651
YKBNK	0,001369	0,000498	0,000634	0,000774	0,000680	0,000225	0,000693	0,000513	0,000610

**EK 3. Kovaryans Matrisi (devamı)**

	EREGL	GARAN	HEKTS	ISCTR	KCHOL	KOZAA	KOZAL	KRDMD	ODAS
AKBNK	0,000415	0,001389	0,000635	0,001351	0,001171	0,000465	0,000167	0,000608	0,000697
AKSEN	0,000612	0,000524	0,001033	0,000466	0,000606	0,000930	0,000673	0,000829	0,000926
ALARK	0,000774	0,000674	0,001181	0,000571	0,000840	0,001134	0,000579	0,001114	0,001062
ARCLK	0,000918	0,000814	0,001135	0,000859	0,001044	0,000981	0,000464	0,001217	0,001139
ASELS	-0,00056	0,000208	-0,00102	0,000464	-7,5E-05	-0,00102	3,02E-05	-0,00086	-0,00075
ASTOR	0,000729	0,000114	0,000976	0,000294	0,000491	0,001240	0,000778	0,000899	0,001285
BIMAS	0,000443	0,000705	0,000661	0,000680	0,000817	0,000490	0,000201	0,000621	0,000567
EKGYO	0,001099	0,000610	0,001313	0,000559	0,000800	0,001296	0,000775	0,001612	0,001254
ENKAI	0,000646	0,000674	0,000977	0,000601	0,000763	0,000944	0,000547	0,000991	0,001129
EREGL	0,001067	0,000393	0,001137	0,000378	0,000582	0,000772	0,000435	0,001289	0,000880
GARAN	0,000393	0,001549	0,000635	0,001351	0,001179	0,000442	0,000109	0,000560	0,000647
HEKTS	0,001137	0,000635	0,002197	0,000610	0,000895	0,001186	0,000740	0,001431	0,001297
ISCTR	0,000378	0,001351	0,000610	0,001571	0,001201	0,000428	5,93E-05	0,000554	0,000661
KCHOL	0,000582	0,001179	0,000895	0,001201	0,001401	0,000636	0,000185	0,000793	0,000855
KOZAA	0,000772	0,000442	0,001186	0,000428	0,000636	0,002042	0,001307	0,001206	0,001082
KOZAL	0,000435	0,000109	0,000740	5,93E-05	0,000185	0,001307	0,001353	0,000723	0,000568
KRDMD	0,001289	0,000560	0,001431	0,000554	0,000793	0,001206	0,000723	0,002159	0,001172
ODAS	0,000880	0,000647	0,001297	0,000661	0,000855	0,001082	0,000568	0,001172	0,001848
PETKM	0,000926	0,000704	0,001284	0,000658	0,000840	0,001104	0,000635	0,001265	0,001189
SAHOL	0,000564	0,000873	0,000845	0,000896	0,001010	0,000642	0,000267	0,000724	0,000834
SASA	2,7E-050	9,21E-05	5,63E-05	0,000111	5,85E-05	0,000116	3,27E-05	-2,4E-05	-1,2E-05
SISE	0,000916	0,000813	0,001245	0,000866	0,000986	0,000879	0,000435	0,001183	0,000982
TAVHL	0,000820	0,000744	0,001135	0,000705	0,000996	0,001122	0,000625	0,001045	0,001144
TCELL	0,000667	0,000860	0,000925	0,000864	0,000991	0,001075	0,000532	0,000907	0,000996
THYAO	0,000918	0,000677	0,001288	0,000651	0,000937	0,001167	0,000621	0,001210	0,001051
TUPRS	0,000675	0,000747	0,000904	0,000804	0,000863	0,000565	0,000226	0,000862	0,000774
YKBNK	0,000328	0,001343	0,000582	0,001402	0,001169	0,000395	6,13E-05	0,000511	0,000643

**EK 3. Kovaryans Matrisi (devamı)**

	PETKM	SAHOL	SASA	SISE	TAVHL	TCELL	THYAO	TUPRS	YKBNK
AKBNK	0,000710	0,000906	8,56E-05	0,000840	0,000737	0,000862	0,000682	0,000748	0,001369
AKSEN	0,000883	0,000595	-3,1E-05	0,000818	0,000844	0,000748	0,000869	0,000607	0,000498
ALARK	0,001119	0,000778	-5,1E-06	0,000985	0,001085	0,000947	0,001099	0,000710	0,000634
ARCLK	0,001071	0,000944	-2,5E-05	0,001150	0,001150	0,001070	0,001127	0,000910	0,000774
ASELS	-0,00086	3,26E-05	-0,00017	-0,00020	-0,00071	-0,00057	-0,00093	0,000223	0,000680
ASTOR	0,000946	0,000484	-0,00015	0,000785	0,001003	0,000897	0,000958	0,000515	0,000225
BIMAS	0,000586	0,000696	1,52E-05	0,000704	0,000674	0,000632	0,000686	0,000613	0,000693
EKGYO	0,001225	0,000743	-2,1E-05	0,001045	0,001079	0,000917	0,001140	0,000777	0,000513
ENKAI	0,001003	0,000732	0,000191	0,000876	0,001029	0,000990	0,000940	0,000651	0,000610
EREGL	0,000926	0,000564	2,7E-050	0,000916	0,000820	0,000667	0,000918	0,000675	0,000328
GARAN	0,000704	0,000873	9,21E-05	0,000813	0,000744	0,000860	0,000677	0,000747	0,001343
HEKTS	0,001284	0,000845	5,63E-05	0,001245	0,001135	0,000925	0,001288	0,000904	0,000582
ISCTR	0,000658	0,000896	0,000111	0,000866	0,000705	0,000864	0,000651	0,000804	0,001402
KCHOL	0,000840	0,001010	5,85E-05	0,000986	0,000996	0,000991	0,000937	0,000863	0,001169
KOZAA	0,001104	0,000642	0,000116	0,000879	0,001122	0,001075	0,001167	0,000565	0,000395
KOZAL	0,000635	0,000267	3,27E-05	0,000435	0,000625	0,000532	0,000621	0,000226	6,13E-05
KRDMD	0,001265	0,000724	-2,4E-05	0,001183	0,001045	0,000907	0,001210	0,000862	0,000511
ODAS	0,001189	0,000834	-1,2E-05	0,000982	0,001144	0,000996	0,001051	0,000774	0,000643
PETKM	0,001259	0,000791	6,32E-05	0,001039	0,001119	0,000976	0,001138	0,000769	0,000628
SAHOL	0,000791	0,000987	0,000105	0,000944	0,000893	0,000889	0,000903	0,000728	0,000893
SASA	6,32E-05	0,000105	0,001115	6,28E-05	9,42E-05	0,000219	0,000176	5,92E-05	6,96E-05
SISE	0,001039	0,000944	6,28E-05	0,001281	0,001048	0,000991	0,001146	0,000955	0,000799
TAVHL	0,001119	0,000893	9,42E-05	0,001048	0,001409	0,001041	0,001241	0,000828	0,000671
TCELL	0,000976	0,000889	0,000219	0,000991	0,001041	0,001442	0,001100	0,000781	0,000807
THYAO	0,001138	0,000903	0,000176	0,001146	0,001241	0,001100	0,001536	0,000894	0,000619
TUPRS	0,000769	0,000728	5,92E-05	0,000955	0,000828	0,000781	0,000894	0,001176	0,000729
YKBNK	0,000628	0,000893	6,96E-05	0,000799	0,000671	0,000807	0,000619	0,000729	0,001469

## EK 4. Hisse Senetlerinin Grafikleri



AKSEN Hisse Senedi



ALARK Hisse Senedi



ARCLK Hisse Senedi



ASELS Hisse Senedi



ASTOR Hisse Senedi



BIMAS Hisse Senedi





EKGYO Hisse Senedi



ENKAI Hisse Senedi



EREGL Hisse Senedi



GARAN Hisse Senedi



HEKTS Hisse Senedi



ISCTR Hisse Senedi



KCHOL Hisse Senedi



KOZAA Hisse Senedi



KOZAL Hisse Senedi



KRDMMD Hisse Senedi



ODAS Hisse Senedi



PETKM Hisse Senedi



SAHOL Hisse Senedi



SASA Hisse Senedi



SISE Hisse Senedi



TAVHL Hisse Senedi





TCELL Hisse Senedi



THYAO Hisse Senedi



TUPRS Hisse Senedi



YKBNK Hisse Senedi