

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2024

BAUN

Ç. IŞIK

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

BIST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİ İÇİN
MARKOV ZİNCİRİ ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇAĞRI IŞIK

BALIKESİR, 2024

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

BIST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİ İÇİN MARKOV ZİNCİRİ
ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇAĞRI IŞIK

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. ÖZLEM KUVAT

BALIKESİR 2024

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalı'nda 201912507005 numaralı Çağrı IŞIK'ın hazırladığı "BIST Sürdürülebilirlik Endeksi için Markov Zinciri Analizi" konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 13.09.2024 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

Üye (Başkan) Doç. Dr. Nevzat ÇALIŞ

İmza

Üye (Danışman) Doç. Dr. Özlem KUVAT

İmza

Üye Dr. Öğr. Üyesi Enes FİLİZ

İmza

Enstitü Onayı

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

..../..../2024

İmza

ÇAĞRI IŞIK

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'nin Markov Zinciri Analizi çerçevesinde değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmam süresince, sürdürülebilirlik kavramının finansal piyasalarda nasıl yer bulduğunu ve Markov Zinciri Analizi'nin bu alandaki uygulamalarını derinlemesine inceleme fırsatı buldum. Bu süreçte öğrendiğim bilgileri akademik bir çalışmaya dönüştürme şansı elde ettiğim için büyük bir mutluluk duyuyorum.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana rehberlik eden, bilgi ve deneyimlerini benimle cömertçe paylaşan danışmanım Doç. Dr. Özlem Kuvat'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Danışmanımın sabrı, özverisi ve yol gösterici tavsiyeleri olmasaydı, bu çalışmayı tamamlamak mümkün olmazdı.

Bu çalışmanın her aşamasında beni destekleyen ve motive eden sevgili aileme, arkadaşlarıma ve tüm dostlarıma şükranlarımı sunarım. Onların inancı ve teşviki, zorlukların üstesinden gelmemde en büyük güç kaynağım oldu. Ayrıca, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma ve çalışanlarına, eğitim hayatım boyunca sundukları değerli katkılar için teşekkür ederim.

Bu tezin, sürdürülebilirlik ve finans alanında çalışan akademisyenler ve uygulayıcılar için faydalı bir kaynak olmasını umuyorum.

BALIKESİR, 2024

ÇAĞRI IŞIK

ÖZET

BIST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİ İÇİN MARKOV ZİNCİRİ ANALİZİ

IŞIK, Çağrı

Yüksek Lisans, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özlem KUVAT

2024, 86 Sayfa

Bu çalışmada, Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatlarının Markov zinciri analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilirlik, günümüz finansal piyasalarında önemli bir yer tutmakta olup, bu endeks, şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetsel performanslarını değerlendirmektedir. Araştırma kapsamında, BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'ndeki hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatları Markov zincirleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizde, hisse senetlerinin gelecekteki fiyat hareketlerinin olasılıkları hesaplanmış ve bu sayede uzun vadeli yatırım stratejilerine yönelik çıkarımlar yapılmıştır. Çalışmada, hisse senedi fiyatlarının değişim eğilimleri üç farklı durum (değer artışı, sabit kalma ve değer kaybı) üzerinden modellenmiştir. Geçiş olasılıkları matrisleri kullanılarak, hisse senetlerinin gelecekteki durumları tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki şirketlerin uzun vadeli performanslarını değerlendirme ve sürdürülebilir yatırım stratejileri geliştirme açısından önemli bulgular sunmaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilirlik endeksleri ve finansal analizler konusunda literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: BIST Sürdürülebilirlik, Markov Zinciri, Hisse Senedi Analizi, Geçiş Olasılıkları, Sürdürülebilir Yatırım

ABSTRACT

MARKOV CHAIN ANALYSIS FOR BIST SUSTAINABILITY INDEX

IŞIK, Çağrı

Master Thesis, Department of Business Administration

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Özlem KUVAT

2024, 86 Pages

This study aims to analyze the stock prices of companies listed in the Borsa Istanbul (BIST) Sustainability Index using Markov chain analysis. Sustainability holds a significant place in today's financial markets, and this index evaluates the environmental, social, and governance performance of companies. In this research, the daily closing prices of the stocks in the BIST Sustainability²⁵ Index were analyzed using Markov chains. This analysis calculated the probabilities of future price movements of the stocks, providing insights for long-term investment strategies. In the study, stock price movements were modeled through three different states (price increase, stability, and price decrease). Transition probability matrices were used to predict the future states of the stocks. The results obtained provide important findings for evaluating the long-term performance of the companies in the BIST Sustainability Index and developing sustainable investment strategies. This study aims to contribute to the literature on sustainability indices and financial analysis.

Keywords: BIST Sustainability, Markov Chain, Stock Analysis, Transition Probabilities, Sustainable Investment

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi	2
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Araştırmanın Varsayımları	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	3
1.6. Tanımlar	3
2. İLGİLİ ALANYAZIN	5
2.1. Kuramsal Çerçeve	5
2.1.1. Sürdürülebilirlik Tanımı ve Tarihsel Gelişimi	5
2.1.2. Sürdürülebilir Kalkınma.....	9
2.1.2.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik	10
2.1.2.2. Çevresel Sürdürülebilirlik	10
2.1.2.3. Sosyal Sürdürülebilirlik	11
2.1.3. Dünya Borsalarına Genel Bakış	13
2.1.3.1. New York Borsası (NYSE).....	13
2.1.3.2. Nasdaq.....	13

2.1.3.3. Londra Borsası (LSE)	13
2.1.3.4. Honk Kong Borsası (HKEX)	13
2.1.3.5. Borsa İstanbul (BIST)	14
2.1.4. Sürdürülebilirlik Endeksleri	15
2.1.4.1. Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI).....	16
2.1.4.2. FTSE4GOOD Endeksi.....	17
2.1.4.3. BIST Sürdürülebilirlik Endeksi.....	18
2.1.4.3.1. BIST Sürdürülebilirlik Endeksinden Beklenen Katkılar	20
2.1.5. Markov Zincirleri	21
2.1.5.1. Markov Zincirlerinin Temel Kavramları	21
2.1.5.2. Markov Zincirlerinin Tarihçesi.....	23
2.1.5.3. Markov Özelliği	24
2.1.5.4. Geçiş Matrisleri.....	24
2.1.5.5. Sabit Durum Dağılımları.....	24
2.1.5.6. Markov Rejim Değişim Modelleri.....	24
2.1.5.7. Ekonomik ve Finansal Analizlerde Markov Zincirleri	25
2.1.5.8. Biyolojik Sistemlerde Markov Zincirleri.....	25
2.1.5.9. Markov Modellerinin Kullanımları.....	26
2.1.5.9.1. Ekonomik Krizlerin Analizi.....	26
2.1.5.9.2. Faiz Oranlarının Tahmini.....	27
2.1.5.9.3. Hisse Senedi Piyasalarında Markov Modelleri	27
2.1.5.10. Markov Zincirlerinde Durumların Sınıflandırılması.....	27
2.2. İlgili Araştırmalar	32
3. YÖNTEM.....	44
3.1. Araştırmanın Modeli	44
3.2. Evren ve Örneklem.....	44
3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri	44
3.4. Verilerin Toplama Süreci	45

3.5. Verilerin Analizi.....	45
4. BULGULAR VE YORUMLAR	47
4.1. Durumların Belirlenmesi ve Geçiş İhtimalleri Matrislerinin Hazırlanması.....	47
4.2. Uzun Dönemli Beklenen Getiri ve Denge Durumu Olasılıklarının Hesaplanması	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	72
5.1. Sonuçlar.....	72
5.2. Öneriler.....	74
KAYNAKÇA.....	76

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo 1.</u> Sürdürülebilirlikle İlgili Yapılmış Tanımlar	6
<u>Tablo 2.</u> Kronolojik Sıralama	7
<u>Tablo 3.</u> Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları	12
<u>Tablo 4.</u> Sürdürülebilirlik ile İlgili Endeksler	15
<u>Tablo 5.</u> BIST XUSRd Hisse Senetleri.....	19
<u>Tablo 6.</u> BIST XUSD25 Hisse Senetleri.....	20
<u>Tablo 7.</u> Geçiş Olasılıklarının Hesaplanması	53
<u>Tablo 8.</u> BIST XUSD25 Hisse Senetleri Geçiş Olasılıkları.....	54
<u>Tablo 9.</u> Hisse Senetlerinin Uzun Vadeli Denge Olasılıkları	59
<u>Tablo 10.</u> Hisse Senetleri Değişim Oranları ve Beklenen Getiriler	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil 1.</u> Kumarcı İflası Oyununun Grafik Gösterimi	28
<u>Şekil 2.</u> Geçiş Matrisinin Grafik Gösterimi.....	29
<u>Şekil 3.</u> Yutucu Durumun Grafik Gösterimi	30
<u>Şekil 4.</u> Üç Dönemli Dönemsel Markov Zinciri Grafik Yöntemi	31
<u>Şekil 5.</u> Denklemin Grafik Gösterimi	51
<u>Şekil 6.</u> BIMAS Değişim Matrisi Grafik Gösterimi	53
<u>Şekil 7.</u> $J=1$ Düşüş Grafiği.....	60
<u>Şekil 8.</u> $J=2$ Sabit Kalma Grafiği.....	60
<u>Şekil 9.</u> $J=3$ Artış Grafiği.....	61
<u>Şekil 10.</u> Alfabetik Sıralama	64
<u>Şekil 11.</u> Hisse Senedi Olası Getiri Grafiği.....	65

KISALTMALAR LİSTESİ

BIST	:Borsa İstanbul
CFD	:Contracts for Difference
DJSI	:Dow Jones Sustainability Index
ESG	:Environmental, Social, and Corporate Governance
FTSE	:Financial Times Stock Exchange
HKEX	:Honk Kong Exchanges
ISO	:International Organization for Standardization
LSE	:London School of Economics
NYSE	:The New York Stock Exchange
XUSRD	:BIST Sürdürülebilirlik Endeksi
XSD25	:BIST Sürdürülebilir 25 Endeksi
WCED	:World Commission on Environment and Development

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, çağımızın en önemli kavramlarından biri olarak, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla çok yönlü bir yaklaşımı gerektirir. Ekonomik sürdürülebilirlik, kaynakların verimli kullanımı ve sürekli ekonomik büyümeyi sağlarken, çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunması ve çevre kirliliğinin azaltılmasını hedefler. Sosyal sürdürülebilirlik ise, toplumsal eşitlik, adalet ve yaşam kalitesinin artırılması üzerine yoğunlaşır. Bu üç boyutun birleşimi, sürdürülebilirlik endeksleri aracılığıyla somut bir değerlendirme imkanı sunar. Dünya borsalarına baktığımızda, sürdürülebilirlik endekslerinin yatırımcılar için ne denli önemli bir rehber olduğunu görülmektedir. New York Borsası (NYSE), Nasdaq, Londra Borsası (LSE) gibi büyük borsalarda, sürdürülebilirlik endeksleri şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetim performanslarını ölçerek yatırımcılara ışık tutar. Örneğin, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI) ve FTSE4Good Endeksi, bu alanda öne çıkan ve yatırımcıların karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynayan göstergelerdir. Türkiye'de ise BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, bu yönde atılmış önemli bir adımdır. Bu endeks, şirketlerin sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirerek yatırımcılar için sürdürülebilir ve sorumlu yatırım fırsatları sunar.

Bu çalışmada, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatlarının Markov zincirleri analizi ile incelenmesi hedeflenmiştir. Markov zincirleri, stokastik süreçlerin modellenmesinde kullanılan güçlü matematiksel araçlardır. Bu zincirler, belirli durumlar arasında geçiş olasılıklarını hesaplayarak sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin etmemize olanak tanır. Bu çalışmada, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan hisse senetlerinin günlük fiyat değişimleri, Markov zincirleri kullanılarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Analiz sürecinde, her hisse senedinin günlük kapanış fiyatlarındaki değişimler incelenmiş ve bu değişimlerin olasılık dağılımları hesaplanmıştır.

Bu tezin ilk bölümünde, sürdürülebilirlik kavramının tarihsel gelişimi ve kapsamı ele alınmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları detaylı bir şekilde incelenmiş ve sürdürülebilirlik endekslerinin önemi vurgulanmıştır.

İkinci bölümde, dünya borsalarına genel bir bakış sunulmuştur. Bu bölümde, sürdürülebilirlik endekslerinin dünya borsalarındaki uygulamaları ve bu endekslerin yatırımcılar için taşıdığı önem üzerinde durulmuştur. Özellikle Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ve FTSE4Good Endeksi gibi önemli endekslerin detayları verilmiştir. Üçüncü bölümde, Markov teorisi ve Markov zincirlerinin temel kavramları açıklanmıştır. Markov zincirlerinin tarihçesi, geçiş matrisleri, sabit durum dağılımları ve Markov rejim değişim modelleri gibi konular kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, ekonomik ve finansal analizlerde Markov zincirlerinin kullanımı hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatlarının Markov zincirleri ile analiz edilmesi üzerine yapılan uygulama yer almaktadır. Bu bölümde, verilerin toplanması, analiz yöntemleri ve elde edilen bulgular detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Son olarak, beşinci bölümde, çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı olarak öneriler sunulmuştur. Bu bölümde, hisse senetlerinin uzun vadeli performansları ve yatırımcılara yönelik stratejik öneriler tartışılmıştır. Tezde yer alan bölümler, sürdürülebilirlik, finans ve Markov zincirleri analizini bir araya getirerek, yatırımcılar için değerli bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilirlik endeksleri ve finansal analizler konusunda literatüre önemli katkılar sağlamayı hedeflemektedir.

1.1. Araştırmanın Problemi

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilen şirketlerin performansını yansıtan bir endekstir. Bu araştırmanın konusu, BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan şirketlerin performansını Markov Zincirleri kullanarak analiz etmektir. Araştırma, bu şirketlerin hisse senedi fiyatlarının zaman içindeki geçiş olasılıklarını ve bu olasılıkların zamanla nasıl değiştiğini incelemeyi amaçlamaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki şirketlerin hisse senedi fiyatlarının Markov Zincirleri kullanılarak modellenmesi ve bu modelin güvenilirliğini test etmektir. Araştırma, hisse senedi fiyatlarının gelecekteki

hareketlerini tahmin etmeyi ve yatırımcılara sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmiş şirketlerin performansını daha iyi anlama olanağı sunmayı hedeflemektedir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmiş şirketlerin finansal performansını analiz ederek literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik, günümüzde giderek artan bir öneme sahip olup, bu alanda yapılacak çalışmalar yatırımcılara, şirketlere ve politika yapıcılara değerli bilgiler sunacaktır. Ayrıca, Markov Zincirleri kullanılarak yapılan analizler, geleneksel analiz yöntemlerine göre daha dinamik ve detaylı bir inceleme imkanı sunmaktadır.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmada kullanılan hisse senedi fiyat verilerinin doğru ve güvenilir olduğu varsayılmaktadır.

Markov Zinciri modellerinin hisse senedi fiyatlarının geçiş olasılıklarını doğru bir şekilde temsil ettiği kabul edilmektedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, yalnızca BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatları ile sınırlıdır.

Veriler, belirli bir zaman dilimi ile sınırlıdır ve bu dönemin dışında kalan veriler değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Markov Zinciri modelleri, belirli varsayımlar altında çalışmakta olup, piyasadaki tüm olası durumları kapsamayabilir.

1.6. Tanımlar

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi: Borsa İstanbul'da işlem gören ve belirli sürdürülebilirlik kriterlerini karşılayan şirketlerin yer aldığı bir endeks olarak tanımlanmaktadır. Bu endeks, çevresel, sosyal ve yönetim performanslarını iyileştirmek amacıyla şirketlerin sürdürülebilirlik uygulamalarını teşvik etmekte ve yatırımcılara sürdürülebilirlik odaklı yatırım yapma imkanı sunmaktadır. Endeksin amacı, şirketlerin uzun vadeli değer yaratma potansiyelini artırmak ve bu yolla ekonomik kalkınmaya katkıda bulunmaktır.

Markov Zinciri: Bir sistemin zaman içinde bir durumdan diğerine geçişini modellemek için kullanılan bir olasılık teorisi aracıdır. Markov zincirlerinde, bir sonraki durumun olasılığı, yalnızca mevcut durumun ne olduğuna bağlıdır ve önceki

durumların geçmişine bağlı değildir. Bu zellik, "Markov özelliği" olarak adlandırılır. Markov zincirleri, çeşitli durumlar arasındaki geçiş olasılıklarını belirleyen bir geçiş matrisi ile tanımlanır ve bu matris, sistemin zaman içindeki davranışını analiz etmek için kullanılır. Markov zincirleri, finans, ekonomi, biyoloji ve bilgisayar bilimleri gibi birçok alanda süreçlerin modellenmesi ve tahmin edilmesi amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Geçiş Olasılığı: Bir durumdan başka bir duruma geçme olasılığıdır ve Markov Zincirleri'nde önemli bir parametredir.

Bu başlıklar altında yazılan metinler, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ve Markov Zincirleri ile ilgili yapılan araştırmanın temellerini oluşturmaktadır. Bu bilgiler, tezin giriş kısmında yer alacak şekilde düzenlenmiştir.

2. İLGİLİ ALANYAZIN

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ve Markov Zincirleri üzerine yapılan çalışmalar, yatırımcıların sürdürülebilir yatırımlara yönelmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik endeksleri, şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetsel performanslarını değerlendirerek yatırımcılara rehberlik etmektedir. Markov Zincirleri ise, finansal analizlerde hisse senedi fiyatlarının geçiş olasılıklarını inceleyerek gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanılan güçlü matematiksel modellerdir. Bu bağlamda, literatürdeki çalışmalar, sürdürülebilirlik endekslerinde yer alan şirketlerin performanslarını analiz etmekte ve bu şirketlerin yatırımcılar için potansiyel faydalarını ortaya koymaktadır.

2.1. Kuramsal Çerçeve

Bu çalışmada, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatlarının analizi yapılmaktadır. Çalışmanın temel amacı, sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmiş şirketlerin finansal performansını değerlendirmek ve bu şirketlerin gelecekteki performansları hakkında yatırımcılara öngörüler sunmaktır. Sürdürülebilirlik, şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetsel performanslarını içerir ve bu alanlarda üstün performans gösteren şirketler yatırımcılar için önemli fırsatlar sunar. Bu bağlamda, hisse senedi fiyatlarının geçmiş verileri kullanılarak analiz edilmesi, yatırımcılara bu şirketlerin uzun vadeli değer yaratma potansiyelleri hakkında bilgi sağlar. Çalışma, yatırımcılara sürdürülebilir yatırımlara yönelik stratejik kararlar almada yardımcı olmayı hedeflemektedir.

2.1.1. Sürdürülebilirlik Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, çevre ve kalkınma hedefleri arasındaki çatışma sorununu çözmek için sürdürülebilir kalkınmanın bir tanımını yapmıştır: "Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyetinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınmadır" (Harris, 2003). Sürdürülebilirliğin tarihi, ilk medeniyetlerden modern zamana kadar insanın etkisi altında olan ekolojik sistemlerin gelişimini izlemektedir (Caradonna, 2018). Özellikle, 1972'de Stockholm'de gerçekleştirilen BM İnsan

Çevresi Konferansı (Stockholm Konferansı), bu alanda bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir. Bu konferansta, sosyo-ekonomik yapıları ve gelişme düzeyleri farklı olan birçok ülke, "çevre" konusunda ilk kez bir araya gelmiştir. Konferans sonunda kabul edilen BM İnsan Çevresi Bildirisi, çevre sorunlarının küresel düzeyde ele alınması gerektiğini vurgulamıştır (Çevre, İklim Değişikliği ve Suyu Dair Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 2024). Akademik dünyada sürdürülebilirlik kavramının yaygınlaşması, 1980 yılına dayanır. O yıl, sürdürülebilirlik terimi, ilk kez Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması Uluslararası Birliği (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) tarafından yapılan bir sunumda, doğal kaynakların korunması konusuyla ilgili olarak kullanılmıştır. Bu sunum, sürdürülebilirlik kavramının literatürde daha sık yer almasını sağlamış ve akademik çevrelerde önemli bir tartışma konusu haline gelmesine katkıda bulunmuştur (Baker, 2006). Sürdürülebilirlikle ilgili yapılan tanımların bir kısmı Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Sürdürülebilirlikle İlgili Yapılmış Tanımlar

Yazar	Sürdürülebilirlik Tanımları
Meadowcroft (1997)	Var olan bir şeyin sürekliliğini sağlama hedefidir.
Kagan ve Verstraete (2011)	Çelişkilerdeki ortak noktaları bulma, farklılıkları bir araya getirerek bütün oluşturma ve değişimlerdeki devamlılığı sürdürme sürecidir.
Ratiu (2013)	Zararlı etkiler içermeyen, desteklenebilir, hukuki ve bilimsel olarak doğruluğu kanıtlanabilir yöntemlerle "iyi" olarak kabul edilen koşulların devam ettirilmesidir.
Gazibey ve Keser vd. (2014)	Büyüme odaklı bir strateji ve disiplinli bir tutumla sürdürülebilirliği sağlama gayretidir.
Karabıçak ve Özdemir (2015)	Dünyanın mevcut kaynaklarını koruyarak, bu kaynakları gelecek nesillere aktarabilmeyi hedeflemektir.

Kaynak: (Saraç ve Alptekin, 2017)

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED, World Commission on Environment and Development) 1987 yılında Ortak Geleceğimiz (Brundtland Raporu)

raporunu yayınlamıştır. Bu rapor ile sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir ekonomi kavramlarının gelişimine önemli katkılarda bulunulmuştur. Raporunda sürdürülebilir kalkınma tanımı üç ilkeye dayandırılmaktadır. Bu ilkeler, Ekonomik Refah, Sosyal Adalet ve Çevresel Bütünlük şeklinde ifade edilmiştir. Bu rapor, endüstriyel gelişmenin doğa ve insanlar üzerindeki tehditlerini vurgulamakta olup, sürdürülebilir kalkınma fikrinin doğuşuna zemin hazırlamıştır (Saraç ve Alptekin, 2017, Gallaud ve Laperche, 2016). Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınmayı; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla değerlendirmiştir. Böylece, sadece ekonomik değerlerin kalkınma için yeterli olmadığını bütüncül bir yaklaşımla ortaya koymuştur (Akgül, 2010). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir ekonomi kavramlarının gelişmesine katkıda bulunan çevre konferanslarının ve raporlarının kronolojik sıralaması Tablo 2. de verilmiştir.

Tablo 2. Kronolojik Sıralama

1972	Stockholm'da Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nın flora ve faunanın yanı sıra çevreye ve biyosfere verilen zararları daha fazla hesaba katan, ancak sanayileşmiş ulusların sorumlulukları konusunda oldukça kaçınan konferans, BM Çevre Bildirisi kabulü ile sonuçlanmıştır.
1975	Birleşmiş Milletler'in inisiyatifiyle hazırlanan ve sanayileşmiş ulusların sorumluluğuna ilişkin tespitler içeren "Şimdi Ne Var?" adlı rapor yayınlanmıştır.
1979	OECD tarafından Güney'deki demografik büyümeyi işaret eden Gelecekle Yüzleşmek (Facing the Future) adlı rapor yayınlanmıştır.
1980	Willy Brandt başkanlığında bağımsız komisyon tarafından Kuzey-Güney: Hayatta Kalma Programı (North-South: A Programme for Survival) adlı rapor yayınlanmıştır. Kaynakların tükenmesi ve çevresel bozulma sorunu ilk kez uluslararası bir sorun olarak tanımlanmıştır.
1987	Birleşmiş Milletler tarafından Ortak Geleceğimiz (Brundtland Raporu) raporu yayınlanmıştır. Rapor, endüstriyel gelişmenin doğa ve insanlar için oluşturduğu tehdidi vurgulamaktadır ve sürdürülebilir kalkınma fikrinin doğduğu rapordur.

Tablo 2 - devamı

1992	Rio de Janeiro'da iklim değişikliğine odaklanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansıdır (Rio Konferansı) gerçekleşmiştir. Dünyanın başlıca sanayileşmiş ülkeleri tarafından salınan sera gazı emisyonlarını dengelemek için verilen taahhütleri içermektedir.
1995	Berlin'de sera etkisi konferansı gerçekleştirilmiştir.
1997	Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde görüşmeler gerçekleşmiştir. Yoğun görüşmelerin ardından Kyoto Protokolü kabul edildi.
1998	Aralık 1998'de Arjantin'in başkenti Buenos Aires'te görüşmeler gerçekleşmiştir. Kyoto'da karara bağlanamayan bazı sorunların çözüme kavuşturulması hedeflenmiştir. Ancak Kyoto Protokolü'nün uygulanmasındaki güçlükler nedeniyle, protokolün uygulanabilirliğini sağlamak için 2 yıllık bir "Eylem Planı" kabul edilmiştir.
1999	5 Ekim-5 Aralık 1999 tarihleri arasında taraflar konferansı Almanya'nın Bonn kentinde düzenlenmiştir. Teknik bir toplantı düzeyinde geçmiştir ve önemli kararlara varılamamıştır.
2000	3-25 Aralık 2000 tarihleri arasında Hollanda'nın Lahey kentinde toplantı düzenlenmiştir.
2001	Marakeş'te sera etkisi konulu konferans gerçekleşmiştir. Konferansta Türkiye gelişmiş ülkeleri kapsayan Ek II listesinden çıkarılarak sera gazı azaltım yükümlülükleri kaldırılmıştır. Türkiye ancak bundan sonra 2004 yılında sözleşmeye taraf olmuştur.
2002	Johannesburg Konferansı gerçekleşmiştir. Kyoto Protokolü'nden bu yana ortaya çıkan sorunlar hala çözülememiştir.
2007	2009 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı ya da yaygın olarak kullanılan ismi Bali Konferansı gerçekleşmiştir.
2009	2009 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı ya da yaygın olarak kullanılan adıyla Kopenhag Zirvesi gerçekleşmiştir.
2010	Taraflar Konferansı'nın 16'ncısı Meksika'nın Cancún şehrinde 28 Kasım - 10 Aralık 2010 tarih aralığında gerçekleştirilmiştir.

2012	Rio de Janeiro'daki gerçekleşen Rio+20 zirvesidir, “yeşil ekonomi” ve “sürdürülebilir kalkınma için kurumsal çerçeve” maddelerine odaklanılmıştır. Dünya Zirvesi oluşturulmasını amaçlayan sürecin başlangıç noktasıdır. Rio Bildirisi, çevreyle ilgili mevcut normatif beklentileri sistematik hale getirerek ve yeniden ifade ederek Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (SDG'ler) oluşturulmasını amaçlayarak, yasal ve politik temellerini Gündem 20 adlı belgede yayınlamıştır.
2012	İklim değişikliğine karşı mücadele için Türkiye'nin finansman ihtiyacı, kapasite arttırımı, finansman, teknoloji transferi gibi konularda çalışma yapılma olanağı doğmuştur.
2013	19. Taraflar Konferansı'nın Polonya Varşova buluşması 11-23 Kasım 2015 tarih aralığında yapılmıştır.
2015	21. Taraflar Konferansı'nın 30 Kasım - 11 Aralık 2015 tarihleri arasında Fransa'nın Paris şehrinde gerçekleştirilmesi öngörülmüştür.

Tablo 2. Kaynak: Gallaud ve Laperche, 2016, s. 17-19

Üstte bilgileri verilen sürdürülebilirliğin gelişiminde önemli rolleri olan çalışmaların da katkısıyla günümüzde sık kullanılan kavramlar arasına girmiştir.

2.1.2. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma, altmışlı yılların kalkınma odaklı yaklaşımı ile yetmişli yılların çevreye duyarlı politikalarının birleşimini yansıtan bir kavramdır. Bu anlayış, Brundtland Raporu ile daha geniş bir şekilde tartışılmaya ve konuşulmaya başlanmıştır (Bozlağan, 2005).

Sürdürülebilir kalkınma, 1960'lı yılların kalkınma odaklı düşüncesi ile 1970'li yılların çevreye duyarlı politikalarının bir araya gelmesiyle şekillenmiş bir anlayışı temsil eder. Bu dönemde, ekonomik büyümenin sosyal ve çevresel boyutlarının göz ardı edilmemesi gerektiği daha fazla fark edilmeye başlanmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Brundtland Raporu ise bu kavramın küresel çapta tanınmasına ve tartışılmasına öncülük etmiştir. Rapor, sürdürülebilir kalkınmanın sadece çevresel sorunların değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik sorunların da ele alınması gerektiğini vurgulayarak, bu konunun uluslararası gündemde geniş yer bulmasına katkı sağlamıştır. Böylece, sürdürülebilir kalkınma, uzun vadeli refah ve çevre koruma hedeflerinin birleştirildiği bir yaklaşım olarak

benimsenmiştir (Ağca, 2002). Sürdürülebilir kalkınmanın ölçülebilmesi için yeterli sayıda ekonomik, sosyal ve çevresel gösterge) ile birlikte uygun yöntemin belirlenmesi gerekmektedir (Saraç ve Alptekin, 2017).

2.1.2.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik, işletmelerin farklı türde ekonomik sermayeleri yönetmelerini zorunlu kılmaktadır. Bunlar; finansal sermaye, fiziksel varlıklar ve soyut sermayeden oluşmaktadır. Bir işletme, ekonomik sermayesini tamamen kaybettiğinde faaliyetlerini sonlandırmaktadır; ancak, bu noktaya gelmeden çok önce sürdürülebilirliğini yitirmektedir. Özellikle finansal performans ve kâr kavramı işletmeler için hayati önem taşır. Buna ek olarak, ekonomik sürdürülebilirlik işletmenin finansal, maddi ve maddi olmayan sermaye gibi çeşitli ekonomik sermayelerinin yönetilmesini gerektirir. Kurumsal ekonomik sürdürülebilirlik şu şekilde tanımlanabilir: “Ekonomik olarak sürdürülebilir firmalar, paydaşlarına sürekli olarak ortalamanın üzerinde getiri sunarken, aynı zamanda her zaman likiditeyi sağlamak amacıyla nakit akışını güvence altına almaktadırlar” (Dyllick ve Hockerts, 2002: 133, Mucan, Kayabaşı ve Madran, 2016).

Ekonomik faaliyetler ile çevresel yararlar arasındaki dengeyi ifade eden bir kavramdır. Bu dengeyi sağlarken, mevcut doğal kaynakların tasarruflu kullanımı, yenilenebilir kaynak kullanımına duyulan ihtiyacın azaltılması ve yenilenemez kaynak kullanımının minimize edilmesi gibi konulara özen gösterilmektedir (Gürünlü, 2019: 178).

2.1.2.2. Çevresel Sürdürülebilirlik

Bir ürünün yaşam döngüsünü değerlendirmek, çevresel maliyetini doğru bir şekilde belirlemek için yapılabilmektedir. Üretim süreci hammaddelerin elde edilmesi, yetiştirilmesi veya toplanması ile başlamaktadır. Daha sonra, bu hammaddelerin işlenmesi, taşınması, paketlenmesi ve tanıtılması aşamaları takip etmektedir. Son olarak, ürünün müşteriye ulaşması ve müşterinin ürünü elden çıkarması ile süreç tamamlanmaktadır. Böylece, ürünün yaşam döngüsünün tüm aşamaları kapsamlı bir şekilde ele alınmış olur. Çevresel performansa önem veren işletmeler; rekabet avantajı kazanır, daha olumlu bir finansal performans sergiler ve çevre dostu müşteri kitlesini çekme konusunda avantaj sağlarlar (Park ve Kremer, 2017: 803).

İşletmelerin kaynak kullanımıyla oluşturdukları zarar ve yararlar, çevresel boyutta izlenebilmelidir. Etki faktörleri çevresel boyut altında hesaplanarak, verimlilikleri değerlendirilmiş, araştırma içinde değerlendirilmiştir. Toplumun çevresel etkileri göz önünde bulundurarak, ülke çapında üreticiler (şirketler ve imalat sanayi gibi) ve halkın tüketim alışkanlıklarına yönelik kalkınma programları benimsemeli ve teşvik edilmelidir (Çokmutlu, 2019: 26).

2.2.2.3. Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik, toplumların ve işletmelerin sosyal yapıları destekleyen, bireylerin refahını ve toplumsal bütünlüğü sağlayan uygulamalar geliştirmesini açıklar. Bu kavram, insan hakları, adalet, eşitlik, topluluk katılımı ve sosyal sermaye gibi unsurları kapsar. Dyllick ve Hockerts'e göre, sosyal sürdürülebilirlik, "şirketlerin faaliyet gösterdikleri toplumun toplumsal sermayesini geliştirdikleri kadar, bireysel ortakların beşeri sermayesini artırarak, topluluklara değer katmalarını" gerektirir (Dyllick ve Hockerts, 2002, Mucan, Kayabaşı ve Madran, 2016:). Sosyal sürdürülebilirlik, birçok farklı boyutu içerir. İş, istihdam uygulamaları, insan hakları ve topluluk ilişkileri gibi başlıca alanları kapsar

1-İş, istihdam Uygulamaları ve İnsana Yakışır İş

Farklı istihdam politikaları, iş sağlığı ve güvenliği, eğitim ve öğretim fırsatları, çeşitlilik ve fırsat eşitliği gibi konuları içerir (ISO, 2010).

2-İnsan Hakları

Ayrımcılığın önlenmesi, örgütlenme ve toplu pazarlık hakkı, çocuk işçiliğinin yasaklanması, disiplin uygulamalarının adil olması ve yerel halkların haklarının korunması gibi temel insan hakları konularını kapsar (ISO, 2010).

3-Topluluk İlişkileri

Rüşvet ve yolsuzlukla mücadele, politik katkılar, rekabet ve ücretlendirme gibi konular sosyal sürdürülebilirliğin topluluk ilişkileri boyutunda önemli rol oynar (Aksoy, 2019). Sürdürülebilir kalkınmanın boyutlarına ilişkin açıklamalar aşağıda Tablo 3.'te verilmektedir.

Tablo 3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları

Ekonomik	<ul style="list-style-type: none">• Milletlerarası nesiller boyu adaletin teşvik edilmesi• Değiş-tokuşta haksızlıktan kaçınılması• Adil gelir dağılımının sağlanması• Haksız fiyatlandırmadan kaçınılması• Yatırım politikalarının etik olmasına dikkat edilmesi• Maliyet ve kazançların eşit şekilde dağıtılması• Yerel ekonomilerin teşvik edilmesi
Çevresel	<ul style="list-style-type: none">• Ekolojik çeşitliliğin muhafaza edilmesi• Doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı• Yenilenebilir ürünlerin sürekli kullanımını teşvik etme• Yenilenemez kaynakların kullanımını minimize etme• Çevresel zararların ve biyolojik yaşama verilen olumsuz etkilerin en aza indirilmesi• Kültürel ve tarihi mirasların korunması ve devamlılığının sağlanması
Sosyal	<ul style="list-style-type: none">• İnsani yaşam kalitesinin yüksek seviyede tutulması• Küresel sosyal adaletin desteklenmesi• Toplumlarda kültürel ve sosyal bütünlüğün sağlanması• Bireylerin özlük haklarının ve özgürlük değerlerinin güçlendirilmesi• Bireylerden topluma, toplumdan uluslararası düzeye kadar herkesin sürdürülebilirlik faaliyetlerine katılımının teşvik edilmesi• Toplumsal faydayı artırmak amacıyla halkın bilinçlendirilmesi ve fırsatların öngörülmesi

Kaynak: Akgül, U. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi, 24: 133-164.

2.1.3. Dünya Borsalarına Genel Bakış

Dünya borsaları, uluslararası finansal sistemin temel taşlarını oluşturarak ülkelerin ekonomik yapılarının ve sermaye piyasalarının işleyişini etkilemektedir. Bu kısımda, dünya borsalarının tanıtımı ve kısa bir özeti yapılacaktır.

2.1.3.1. New York Borsası (NYSE)

New York Borsası (NYSE), 1792 yılında kurulmuş olup günümüzde Dünyanın en gelişmiş borsası ünvanına sahiptir. New York'ta yer alan bu borsa, genellikle büyük ve köklü şirketlerin hisse senetlerinin işlem gördüğü bir borsadır (Aydın, vd., 2012). NYSE'nin en bilinen endeksleri arasında Dow Jones ve NYSE Composite yer almaktadır.

2.1.3.2. Nasdaq

NASDAQ, tam adıyla "National Association of Securities Dealers Automated Quotations," dünyadaki ilk elektronik borsa olarak bilinmektedir. Teknoloji şirketleri başta olmak üzere birçok büyük şirketin hisselerinin işlem gördüğü bir borsadır. NASDAQ, hem büyük, aktif işlem gören menkul kıymetler hem de gelişmekte olan şirketlerin hisselerini içeren iki ayrı pazardan oluşur: Nasdaq National Market ve Nasdaq SmallCap Market. Bu borsa, teknolojiyi ve sermaye piyasalarını birleştirerek küresel finansal sistemin güvenilir yapısını oluşturmaktadır (Nasdaq, 2024).

2.1.3.3. Londra Borsası (LSE)

Londra Borsası (LSE), 1801 yılında kurulmuş olup dünyanın en eski borsalarından biridir. LSE, 2007 yılında İtalya Borsası'nı satın alarak Londra Borsası Grubu'nu oluşturmuştur. Bu borsa, FTSE 100 endeksi ile bilinir ve İngiltere'nin yanında birçok uluslararası şirketin menkul kıymetlerinin işlem gördüğü bir borsadır (Londra Borsası'nın Tarihçesi, 2024) .

2.1.3.4. Hong Kong Borsası (HKEX)

Hong Kong Borsası (HKEX), 1891 yılında kurulmuş olup Asya'nın en önemli borsalarından biridir. HKEX, özellikle Çin'deki ekonomik büyüme ile birlikte önemli bir finans merkezi haline gelmiştir. 2000 yılından bu yana toplam varlıklarında ve piyasa değerinde önemli yükselişler gözlemlenmiştir (Hong Kong Borsası Yıllık Raporu, 2024).

2.1.3.5. Borsa İstanbul (BİST)

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasının ardından, hukuksal altyapının değişmesi ve teknolojik yeniliklerin etkisiyle 1986 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) kurulmuştur. Bu kuruluş, Türkiye'nin sermaye piyasalarının gelişiminde önemli bir adım olmuştur. İMKB, hem yerli hem de yabancı yatırımcılar için şeffaf ve güvenilir bir ticaret ortamı sağlamış, ülke ekonomisinin büyümesine katkıda bulunmuştur. Zaman içinde, borsa çeşitli finansal enstrümanları içerecek şekilde genişlemiş ve modern teknolojilerle donatılarak yatırımcılara daha geniş imkanlar sunmuştur. 2013 yılında ise, İMKB, Borsa İstanbul (BİST) adını alarak yeniden yapılandırılmış ve Türkiye'nin ana menkul kıymetler borsası olarak faaliyetlerine devam etmiştir. İMKB, tahvil ve bonolar, hasılat paylaşım belgeleri, özel sektör tahvilleri, yabancı menkul kıymetler ve 76 gayrimenkul sertifikaları ile uluslararası menkul kıymetlerin ticaretini sağlamak amacıyla kurulmuştur. Kurulduğu zamanda menkul kıymetler borsası alanında Türkiye'deki tek kuruluş olmuştur (Borsa İstanbul, 2024).

Borsa İstanbul (BİST), Türkiye'nin sermaye piyasalarının gelişmesi ve düzenlenmesi amacıyla kurulmuş olan ve çeşitli sermaye piyasası araçlarının, kıymetli madenler, taşlar, ve döviz işlemlerinin yapıldığı bir platformdur. BİST, anonim şirket olarak yapılandırılmış olup, Sermaye Piyasası Kanunu ve ilgili diğer mevzuatlar çerçevesinde faaliyet göstermektedir. Şirketin temel amacı, sermaye piyasası araçlarının serbest rekabet şartları altında güvenli, şeffaf ve etkin bir şekilde alınıp satılmasını sağlamaktır. Borsa İstanbul, Türkiye'de finansal piyasaların önemli bir parçası olup, hem yerel hem de uluslararası yatırımcılar için bir yatırım merkezi olarak hizmet vermektedir. (Borsa İstanbul Anonim Şirketi Esas Sözleşmesi, 2013).

Borsa İstanbul'da (BİST) 658 şirket işlem görmektedir. Bu şirketler çeşitli sektörlerde faaliyet göstermektedir, örneğin, finans, sanayi, hizmetler, teknoloji, inşaat, ticaret ve enerji gibi sektörler bulunmaktadır. Bu çeşitlilik, yatırımcılara farklı sektörlerde yatırım yapma imkânı sunmaktadır. Borsa İstanbul'da işlem gören şirketlerin sektörlere göre dağılımı şu şekildedir: Finans sektöründe 82 firma, sanayi sektöründe 235 firma, hizmetler sektöründe 140 firma, teknoloji sektöründe 31 firma, inşaat sektöründe 50 firma, ticaret sektöründe 61 firma, enerji sektöründe 40 firma ve diğer sektörlerde 19 firma bulunmaktadır. Bu sektörler arasında sanayi en fazla

firmaya sahipken, diğer sektörler daha az sayıda firmayı barındırmaktadır (KAP, 2024).

2.1.4. Sürdürülebilirlik Endeksleri

Sürdürülebilirlik ile ilgili farklı endekslerin açıklamaları aşağıda Tablo 4.'de verilmektedir.

Tablo 4. : Sürdürülebilirlik ile İlgili Endeksler

YIL	ENDEKS	AÇIKLAMA
1990	Domini 400 Sosyal Endeksi	Dünya'daki ilk sürdürülebilirlik endeksidir.
1999	Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi	Dow Jones tarafından oluşturulan, performanslarına göre değerlendirme yapılan, inceleme sunan endekstir.
2001	FTSE4 Good Endeksi	Amacı çevresel alanlarda sürdürülebilir çalışmaları gerçekleştirmek olan Londra Borsası endeksidir.
2004	JSE Sorumlu Yatırım Endeksi	Johannesburg Güney Afrika Borsasıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki ilk endekstir.
2005	Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksi	Dünya borsalarındaki çevresel sürdürülebilirlik ilerlemelerini hedefleyen amaçla kurulmuştur.
2014	BIST Sürdürülebilirlik Endeksi	Bist'te işlem gören ve kurumsal sürdürülebilirlik performansları üst düzeyde olan şirketlerin yer aldığı endekstir.

Kaynak Erginer, D.(2019).

2.1.4.1. Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI)

1999 yılında oluşturulan Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI), şirketlerin ekonomik, çevresel ve sosyal performanslarını değerlendiren prestijli bir endekstir. DJSI, dünya genelinde sürdürülebilirlik performansı yüksek şirketleri belirleyerek, yatırımcılara uzun vadeli değer yaratma potansiyeli olan firmalara yatırım yapma imkânı sunar. Endeks, çevresel yönetim, sosyal sorumluluk, kurumsal yönetişim ve etik standartlar gibi çeşitli kriterler doğrultusunda şirketleri değerlendirir. RobecoSAM ve S&P Global tarafından yönetilen bu endeks, sürdürülebilir yatırımlar için küresel bir referans noktası olarak kabul edilmektedir (RobecoSAM, 2023; S&P Global, 2023).

Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI), kuruluşundan kısa bir süre sonra hızla artan işletme ve yatırımcı katılımı, ekonomik açıdan kayda değer olumlu etkiler doğurmuştur. Endeks, sürdürülebilirliğin paydaşlar tarafından kabulünü kolaylaştırarak ve popüleritesini artırarak ekonomik performansın belirlenmesinde ve geliştirilmesinde etkin bir rol oynamıştır. Endekse dahil olan işletmeler, sürdürülebilirlik uygulamalarını ne kadar etkin kullanım düzeyleri, kısa ve uzun vadede sağladıkları getiriler ve sosyal, çevresel ile ekonomik performanslarını ne ölçüde geliştirdikleri üzerinden değerlendirilir (Özer, 2010: 10).

Sürdürülebilirlik endekslerinin değerlendirme ölçütleri, tüm sektörler tarafından kabul edilebilir genel kriterlerin yanı sıra her sektöre özgü kriterleri de barındırmaktadır. Ekonomik boyut, kurumsal yönetim, yenilik yönetimi, fiyat riski kontrolü, suç önleme politikaları, sermaye yapısı, vergi stratejisi, bilgi yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, rekabetçilik, müşteri memnuniyeti, şirketlerin uzun vadeli yatırım kararları, finansal performans göstergeleri ve risk yönetimi gibi toplam 13 unsuru içermektedir. Sosyal boyut, çalışan hakları, çeşitlilik politikaları, sosyal katkılar, müşteri ilişkileri yönetimi, toplum katılımı, iş sağlığı ve güvenliği, eğitim ve geliştirme, adil iş uygulamaları, yerel toplum desteği, etik iş uygulamaları, insan haklarına saygı, çalışan tatmini, gönüllü sosyal faaliyetler ve iş gücü esnekliği gibi 14 farklı unsuru barındırmaktadır. Çevresel boyut, enerji verimliliği, su yönetimi, atık yönetimi, iklim değişikliği yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, yenilenebilir enerji kullanımı, karbon ayak izi azaltma, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı,

eko-verimlilik, çevresel denetim ve raporlama, çevre dostu ürün geliştirme gibi toplam 11 farklı unsuru içermektedir (Antolin-Lopez vd., 2016: 9).

Forex piyasasında CFD ürünleri arasında yer alan Dow Jones endeksi, haftanın beş günü 24 saat boyunca internet üzerinden işlem yapma imkanı sunar. Bu sayede yatırımcılar, dünyanın herhangi bir yerinden diledikleri zaman alım-satım işlemleri gerçekleştirebilir. Türkiye'de, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi'ne giren ilk Türk şirketi Anadolu Efes olmuştur. Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi'nin (DJSI) Gelişmekte Olan Ülkeler Endeksi'nde yer alan Türk şirketleri: Enka İnşaat ve Sanayi A.Ş. (Sermaye Malları sektörü) ve Arçelik A.Ş. (Dayanıklı Tüketim ve Giyim sektörü). Bu şirketler, sürdürülebilirlik performansları ve ESG (Çevresel, Sosyal ve Yönetim) kriterlerine dayalı olarak bu endekse dahil edilmiştir. Endeksin açıklanma tarihi 18 Aralık 2023'tür (S&P Global, 2023).

2.1.4.2. FTSE4GOOD Endeksi

FTSE4Good Endeks Serisi, belirli Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) uygulamalarını gösteren şirketlerin performansını ölçmek üzere tasarlanmıştır.

Şeffaf yönetim ve açıkça tanımlanmış ESG kriterleri, FTSE4Good endekslerini sürdürülebilir yatırım ürünleri oluştururken veya değerlendirirken çok çeşitli piyasa katılımcıları tarafından kullanılabilir uygun araçlar haline getirir. FTSE4Good endeksleri dört ana şekilde kullanılabilir:

Finansal ürünler - Endeks takipli yatırımların yaratılmasında kullanılan araçlar, sürdürülebilir yatırıma odaklanmış finansal araçlar veya fon ürünleri.

Araştırma - Belirli çevresel ve sosyal uygulamaları olan şirketleri belirlemek.

Referans - Şirketlerin ilerlemelerini ve başarılarını değerlendirebilecekleri şeffaf ve gelişen bir küresel ESG standardıdır.

Benchmarking - Sürdürülebilir yatırım portföylerinin performansını izlemek için kullanılan bir endekstir (London Stock Exchange Group (LSEG). 2023).

FTSE4Good Endeksi'nin temel amacı, ESG performanslarını iyileştiren ve sürdürülebilir iş uygulamaları benimseyen şirketleri teşvik etmektir. Bu endeks, yatırımcılara aşağıdaki konularda yardımcı olur:

Sorumlu Yatırım: Yatırımcılar, sürdürülebilirlik performansı yüksek olan şirketlere yatırım yaparak uzun vadeli finansal kazançlar elde edebilirler (RobecoSAM, 2023; FTSE Russell, 2023).

Risk Yönetimi: ESG faktörlerini dikkate almak, şirketlerin potansiyel risklerini daha iyi yönetmelerine ve sürdürülebilir büyüme sağlamalarına yardımcı olur (UNEP FI, 2023).

İtibar Yönetimi: Sürdürülebilirlik performanslarını geliştiren şirketler, paydaşları nezdinde itibarlarını artırır ve müşteri güvenini kazanır (Global Compact, 2018; LSEG, 2022).

FTSE4Good Endeksi'ne giren ilk Türk şirketleri arasında Garanti BBVA ve Koç Holding gibi büyük firmalar bulunmaktadır. Bu şirketler, sürdürülebilirlik performanslarını iyileştirerek ve ESG kriterlerine uyum sağlayarak endekste yer almayı başarmışlardır (Global Compact, 2018; FTSE Russell, 2023).

2.1.4.3. BIST Sürdürülebilirlik Endeksi

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, şirketlerin yerel ve küresel düzeyde kurumsal sürdürülebilirlik performanslarını karşılaştırmalarına olanak tanır. Bu endeks, işletmelere performanslarını değerlendirme araçları sunarak, iyileştirme yapma ve yeni hedefler belirleme fırsatı sağlar. Aynı zamanda, kurumsal şeffaflık ve hesap verebilirlik ile sürdürülebilirlik konularında risk yönetimi becerilerini geliştirme imkanı sunar (BIST, 2014:33).

Endeks, sürdürülebilirlik ve kurumsal sosyal sorumluluk ilkelerini benimseyen şirketlerin tanınmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yatırımcıların bu şirketlere yatırım yapmalarını da kolaylaştırır (BIST, 2017: 1). Bu endeks aracılığıyla, Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren işletmelerin uzun vadeli değer yaratma çabalarına destek sağlanması, teknik bilgi ve deneyim paylaşımının artırılması hedeflenir. Uzun vadeli değer yaratmanın temel şartı, işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik riskleri iyi tanımlamaları ve bu risklere karşı etkili politikalar geliştirmeleridir (Sancar, 2013).

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, Türkiye'de iş risklerini ve fırsatlarını etkin bir şekilde yöneten şirketlere rekabet avantajı sağlayarak, yeni yatırım ürünlerinin geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır. Bu endeks, şirketlerin iklim değişikliği, küresel ısınma, doğal kaynakların tükenmesi, azalan su kaynakları, sağlık, güvenlik ve istihdam gibi kritik sürdürülebilirlik konularını nasıl ele aldıklarını sergilemeyi

amaçlar. Ayrıca, şirketlerin faaliyetlerini ve kararlarını bağımsız bir değerlendirme ile analiz ederek, bu şirketlerin listelenmesini sağlamayı hedefler. Bu sayede, işletmeler kurumsal sürdürülebilirlik performanslarını hem yerel hem de küresel düzeyde karşılaştırma imkanına sahip olacaktır (Çokmutlu, 2019: 120).

Türkiye'de ve özellikle Borsa İstanbul firmaları arasında sürdürülebilirlik konusundaki bilinç, anlayış ve pratiklerinin artırılması amacıyla, Borsa İstanbul'da işlem gören ve şirket sürdürülebilirlik performansı yüksek firmaların hisse senetlerinin bulunduğu BIST Sürdürülebilirlik ve BIST Sürdürülebilirlik 25 endeksleri oluşturulmuştur (BIST, 2024).

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi Hisse Senetleri ve BIST Sürdürülebilir 25 Hisse Senetleri Tablo 5. ve Tablo 6.'da gösterilmiştir.

Tablo 5. : BİST XUSRD Hisse Senetleri

AEFES.	AKSEN.	BIMAS.	ENKAI.	ISBTR.	KORDS.	NATEN.	SOKM.	TTKOM.
AGESA.	AKSGY.	BIZIM.	EREGL.	ISCTR.	KRDMA.	OTKAR.	SUNTK.	TTRAK.
AGHOL.	ALBRK.	BRISA.	ESEN.	ISDMR.	KRDMB.	PETKM.	TATGD.	TUPRS.
AKBNK.	ANHYT.	CCOLA.	FROTO.	ISFIN.	KRDMD.	PGSUS.	TAVHL.	ULKER.
AKCNS.	ANSGR.	CIMSA.	GARAN.	ISMEN.	LOGO.	QUAGR.	TCELL.	VAKBN.
AKENR.	ARCLK.	DOAS.	GLYHO.	KCHOL.	MAGEN.	SAHOL.	THYAO.	VESBE.
AKFGY.	ASELS.	DOCO.	GWIND.	KERVT.	MAVI.	SASA.	TKFEN.	VESTL.
AKGRT.	AYDEM.	DOHOL.	HALKB.	KMPUR.	MGROS.	SISE.	TOASO.	YKBNK.
AKSA.	AYGAZ.	ENJSA.	ISATR.	KONTR.	MPARK.	SKBNK.	TSKB.	ZOREN.

*Kaynak: Borsa İstanbul. (2024, Mayıs 20). **BIST Sürdürülebilirlik Endeksleri**. Erişim adresi: <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/165/bist-surdurulebilirlik-endeksleri>*

Tablo 6. : BIST XUSD25 Hisse Senetleri

AKBNK.	DOAS.	ISCTR.	PGSUS.	TKFEN.
AKCNS.	DOHOL.	KCHOL.	SAHOL.	TOASO.
ARCLK.	ENJSA.	MAVI.	SISE.	TSKB.
BIMAS.	ENKAI.	MGROS.	SKBNK.	TTRAK.
CIMSA.	HALKB.	PETKM.	TCELL.	ZOREN.

*Kaynak: Borsa İstanbul. (2024, Mayıs 20). **BIST Sürdürülebilirlik Endeksleri**. Erişim adresi: <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/165/bist-surdurulebilirlik-endeksleri>*

2.1.4.3.1. BIST Sürdürülebilirlik Endeksinden Beklenen Katkılar

"Endeksin hesaplanmaya başlamasıyla, kurumsal risklerini ve fırsatlarını etkin bir şekilde yönetebilen şirketlere rekabet avantajı sağlanırken, sermaye piyasamıza, şirketlerin yeni sermaye çekebilmeleri ve uygun koşullarla finansman sağlayabilmeleri için üzerine yeni yatırım ürünleri geliştirilebilen bir endeks sunulmuş olmaktadır" (Borsa İstanbul, 2024).

"Endeks, şirketlerin küresel ısınma, doğal kaynakların tükenmesi, su kaynaklarının azalması, sağlık, güvenlik, istihdam gibi Türkiye ve dünya için önemli olan sürdürülebilirliğe ilişkin meselelere nasıl yaklaştıklarını ortaya koymakta, yaptıkları faaliyetlerin ve aldıkları kararların bağımsız bir gözle değerlendirilmesini ve bir anlamda tescil edilmesini sağlamaktadır" (Borsa İstanbul, 2024).

"Endeks, şirketlere kurumsal sürdürülebilirlik performanslarını yerel ve küresel anlamda karşılaştırma imkanı vermektedir. Endeks ile ayrıca iyileştirme yapmak ve yeni hedefler belirlemek için şirketlere bir performans değerlendirme aracı sunulmuş olmakta, kurumsal şeffaflık ve hesap verebilirlikleri ile sürdürülebilirlik konularına ilişkin risk yönetim becerilerini geliştirme imkanı sağlanmış olmaktadır. Bunun da şirketler için bir rekabet fırsatı yaratacağı, endekse alınan şirketlerin kamuoyu nezdinde bilinirliklerinin ve itibarlarının artacağı düşünülmektedir" (Borsa İstanbul, 2024).

"BIST Sürdürülebilirlik 25 Endeksinin de hesaplanmaya başlanmasıyla yatırımcılar için sürdürülebilirlik ve kurumsal sosyal sorumluluk ilkelerini benimseyen şirketleri ayırt edip bu şirketlere yatırım yapmalarını sağlayacak yeni bir

araç, varlık yöneticileri için sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı fonlar, borsa yatırım fonları ve yapılandırılmış ürünler gibi çeşitli finansal ürünler çıkarmaları için yeni bir alternatif gösterge sunulmuş olmaktadır" (Borsa İstanbul, 2024).

"Günümüzde sorumlu yatırımların büyük bir kısmı kurumsal yatırımcılar tarafından gerçekleştirilmektedir. Sürdürülebilirlik endeksleri bu alanda yatırım yapan fonların kurulmasını teşvik edecek, endekslere dahil olan şirketlerin bu tür fonlardan pay almasını kolaylaştıracaktır" (Borsa İstanbul, 2024).

2.1.5. Markov Zincirleri

Markov zincirlerinin temelleri, Rus matematikçi Andrei Markov tarafından atılmıştır. 1906 yılında yayımlanan ilk makalesi, dil analizi üzerineydi ve Puşkin'in "Yevgeni Onegin" adlı eserini incelemiştir (Schön ve diğerleri, 2020). Bu çalışmasıyla, Markov zincirlerinin ilk uygulamalarını göstermiştir. Markov'un yöntemi, mevcut durumun gelecekteki durumu belirlemede nasıl kullanılacağını gösteren yeni bir yaklaşımdı ve bu yöntem daha sonra gen tanımlama, ses tanıma ve web arama algoritmaları gibi birçok modern uygulamanın temelini oluşturdu (Hayes, 2013).

Markov prosesinin temel özelliklerinden biri "belirsizlik" durumudur. Markov prosesinde, olasılıkların bir kısmı belirli, bir kısmı belirsizdir. Örneğin, bir firmanın pazar payı, kredilerin geri ödenmesi, bir makinenin üzerinde bulunması problemlerin "belirsizlik" dolayısıyla olasılıklara karşı geliştirilmiştir. Markov prosesinde, bir durumdan bir diğer duruma geçişin olasılığı, geçmişte yapılan değişikliklerin bağımsız olmasına bağlıdır (Timor, 2001).

2.1.5.1. Markov Zincirlerinin Temel Kavramları

Markov zincirleri, stokastik süreçlerde önemli bir matematiksel araçtır. Bu teorinin temelinde, Markov Özelliği yer alır; yani bir stokastik sürecin gelecekteki durumu, geçmişinden bağımsız olarak, sadece mevcut duruma bağlıdır (Schön ve diğerleri, 2020). Markov Teorisi, rastgele süreçlerin analizinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu teori, gelecekteki durumların yalnızca mevcut duruma bağlı olduğunu, geçmişteki durumlardan bağımsız olduğunu varsayar. Markov zincirleri ve süreçleri,

bu temel prensip üzerine kurulmuştur ve ekonomi, mühendislik, biyoloji gibi birçok alanda uygulama bulmaktadır (Güleşce, 2019).

Markov zincirleri, diskret veya sürekli zamanlı olabilir. Diskret zamanlı Markov zincirlerinde değişiklikler belirli zaman noktalarında gerçekleşirken, sürekli zamanlı Markov zincirlerinde değişiklikler sürekli olarak meydana gelir. Örneğin, hisse senedi fiyatları genellikle diskret zamanlı Markov zincirleri ile modellenir (Andersson, 2004). Markov zincirleri, belirli bir sistemin zaman içinde farklı durumlar arasında geçiş yapmasını modelleyen stokastik süreçlerdir. Bu zincirler, bir durumdan diğerine geçiş olasılıklarını içeren bir matris kullanarak tanımlanır. Temel olarak, Markov zincirlerinin iki ana bileşeni vardır: durum uzayı ve geçiş olasılıklarıdır. Durum uzayı, sistemin bulunabileceği tüm olası durumları temsil ederken, geçiş olasılıkları matrisi, bir durumdan diğerine geçiş olasılıklarını içerir (Hamilton, 1994).

Markov zincirlerinin en önemli özelliklerinden biri, gelecekteki durumların sadece mevcut duruma bağlı olmasıdır. Bu, geçmiş bilgilerin geleceği tahmin etmekte kullanılmadığı anlamına gelir. Örneğin, bir hava durumu tahmin modeli, bugünkü hava durumuna bakarak yarının hava durumunu tahmin eder, ancak dünkü hava durumu bu tahminde kullanılmaz. Markov zincirleri, bu özelliği sayesinde birçok pratik uygulamada kullanışlıdır (Kemeny ve Snell, 1960).

Bir Markov zincirinin matematiksel tanımı Denklem (1)'de şekilde ifade edilebilir:

$$P(X_{n+1}=j | X_n=i) = P_{ij} \quad (1)$$

Burada, P_{ij} , i durumundan j durumuna geçiş olasılığını temsil eder. Bu geçiş olasılıkları bir geçiş matrisi olarak ifade edilir (Sericola, 2013).

Durum ve geçiş kavramlarından sonra, geçiş olasılıkları ve geçiş olasılıkları matrisinin tanımı özetle belirtilmelidir. Eğer sistem, bir dönemde i durumunda bulunup bir sonraki dönemde j durumuna geçerse, i 'den j 'ye bir geçiş gerçekleşir ve bu, Markov zincirinde P_{ij} olasılıkları olarak bilinen geçiş olasılıklarını (P) ifade eder. Geçiş olasılıkları genellikle, s durumlarının toplamını belirtirken, $s \times s$ boyutundaki geçiş olasılıkları matrisi P ile temsil edilir (Winston, 2004).

Stokastik süreç, rastgele değişkenler dizisi aracılığıyla belirsizlik içeren olayların modellenmesini sağlayan bir kavramdır. Örneğin, tavla oyununda zar atışları sonucunda elde edilen sayılar, stokastik bir sürecin klasik bir örneği olarak değerlendirilebilir. Başka bir örnek olarak, bir alışveriş merkezinin kasasında her saat

sonunda gözlemlenen müşteri sayısını ele alalım. Bu müşteri sayısını x_j olarak tanımlayarak, on saatlik bir çalışma günü boyunca oluşan stokastik süreci ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$) şeklinde ifade edebiliriz. Sayısal olarak, ilk saat sonunda on müşteri, ikinci saat sonunda on beş müşteri vb. sayılar gözlemlenirse, bu sürecin bir gerçekleşmesi (10, 15, 20, 18, 16, 12, 19, 22, 28, 18) biçiminde olacaktır. Bu tür bir süreç, dinamik ve karmaşık yapısıyla, özellikle gerçek dünya olaylarının modellenmesinde önemli bir yer tutar ve bu bağlamda, çeşitli alanlarda uygulama alanı bulur.

Markov zincirinin daha iyi anlaşılabilmesi için, başlangıçta i durumundaki olayların olasılıklarını tanımlamamız gerekir, bu Q i 'yi yani başka bir deyiş ile $p(X_{0=i}) = q_i$ tanımlamamız gerekir. $Q = [q_1, q_2, \dots, q_n]$ Markov zinciri için başlangıç olasılık dağılım vektörü olarak bilinir. Çoğu uygulamalarda geçiş olasılıkları, $n \times n$ geçiş olasılığı matrisi (P) ile gösterilir. Bu matris Denklem 2'de verilmektedir:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ p_{n1} & p_{n2} & p_{n3} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Matrisinin taşıdığı özellikler şunlardır;

1. Matrisin kare bir yapıya sahip olması,
2. Matristeki her bir elemanın negatif olmaması,
3. Her satırdaki elemanların toplamının birine eşit olması gerektiğidir

(Öztürk, 2002:475-477).

2.1.5.2. Markov Zincirlerinin Tarihçesi

Markov zincirlerinin matematiksel temelleri, belirli bir sistemin farklı durumları arasında olasılıklı geçişleri modellemek için kullanılan bir olasılık teorisine dayanır. Bir Markov zinciri, sistemin mevcut durumunun yalnızca bir önceki duruma bağlı olduğu bir süreç olarak tanımlanır; bu da gelecekteki durumların olasılığının yalnızca şu anki duruma dayandığı anlamına gelir (Hayes, 2013). Başlangıçta, olasılık teorisi, genellikle bağımsız olayların incelenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu tür

olaylar ele alınırken, çoğunlukla birleşik matematik kuralları kullanılmıştır. Ancak zamanla, olasılık teorisine sürekli değişkenlerin dahil edilmesi gerekliliği doğmuştur. Bu gelişmenin modern olasılık teorisinin temellerini atan Andrey Nikolaevich Kolmogorov ile zirveye ulaştığı söylenebilir. Kolmogorov, 1933 yılında ölçüm teorisi ile örnek uzayı kavramlarını bir araya getirerek Kolmogorov aksiyomlarını oluşturmuştur. Bu aksiyomlar, olasılık teorisinin aksiyomatik bir sistem olarak kabul edilmesini sağlamıştır. 1930 ve 1940'lı yıllarda, Kolmogorov'un çalışmaları ve bu aksiyomlar üzerine yapılan geliştirmeler, modern olasılık teorisinin şekillenmesine önemli katkılarda bulunmuştur (Alp ve Öz, 2009).

2.1.5.3. Markov Özelliği

Markov Özelliği, bir stokastik sürecin gelecekteki durumunun sadece mevcut duruma bağlı olduğunu belirtir. Bu özellik, geçmiş durumların geleceği tahmin etmede gereksiz olduğunu ve hesaplamaların sadece mevcut durum üzerinden yapılabileceğini ifade eder (Sericola, 2013). Markov zincirlerinin birçok önemli özelliği vardır. Bunlardan biri, bir sistemin durumlarının, geçiş olasılıklarıyla tanımlanan ve zaman içinde değişebilen bir dizi olarak modellenmesidir. Bu özellik, Markov zincirlerinin hem teorik hem de pratik olarak geniş bir uygulama yelpazesi sunmasını sağlar. Örneğin, finansal piyasalarda hisse senedi fiyatlarının tahmini, biyolojik sistemlerde genetik varyasyonların incelenmesi ve mühendislikte sistem güvenilirliği analizleri gibi birçok alanda kullanılabilir (Çınar, 1990).

2.1.5.4. Geçiş Matrisleri

Geçiş matrisleri, bir Markov zincirindeki geçiş olasılıklarını gösteren matrislerdir. Her bir hücre, bir durumdan başka bir duruma geçiş olasılığını temsil eder. Bu matrisler, uzun vadeli tahminler yapmada kullanışlıdır (Andersson, 2004).

2.1.5.5. Sabit Durum Dağılımları

Markov zincirleri, uzun vadede sabit bir duruma ulaşabilir. Bu durum, zincirin sabit durum dağılımı olarak adlandırılır. Sabit durum dağılımları, zincirin uzun vadede hangi durumda olacağını tahmin etmek için kullanılır (Sericola, 2013).

2.1.5.6. Markov Rejim Değişim Modelleri

Markov Rejim Değişim Modelleri, zaman serilerindeki yapısal kırılmaları modellemek için kullanılır. Bu modeller, farklı rejimler arasında geçiş yapabilen zaman serilerini analiz etmek için güçlü araçlar sunar. Özellikle ekonomik krizler veya piyasa değişiklikleri gibi durumlarda rejim değişim modelleri oldukça faydalıdır. Hamilton'un çalışmaları, bu modellerin uygulanabilirliğini göstermiştir (Hamilton, 1989).

Bu modellerin temelinde, zaman serisinin belirli dönemlerde farklı davranışlar sergileyebileceği varsayımı yatar. Örneğin, bir ekonomi durgunluk dönemindeyken ve büyüme dönemindeyken farklı davranışlar sergileyebilir. Markov rejim değişim modelleri, bu farklı davranışları ve rejimler arasındaki geçişleri modellemek için kullanılır. Hamilton'un modeli, ekonomik döngülerin analizi için yaygın olarak kullanılır ve ekonomik büyüme ile durgunluk dönemleri arasındaki geçişleri tahmin etmede etkilidir (Hamilton, 1994).

Markov zincirleri ve rejim değişim modelleri, birçok farklı alanda uygulama bulmuştur. Örneğin, finansal piyasalarda faiz oranlarının tahmin edilmesi, ekonomik büyüme tahminleri ve hatta biyolojik sistemlerin incelenmesi gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Lizieri (1997), Birleşik Krallık'taki nominal faiz oranlarının makroekonomik etkilerini incelemiş ve yüksek faiz oranlı dönemler ile düşük faiz oranlı dönemler arasında farklı rejimlerin varlığını tespit etmiştir. Benzer şekilde, Ang ve Bekaert (1998), Amerika, Almanya ve Büyük Britanya'daki faiz oranları üzerinde rejim değişim modellerini kullanarak ekonomik durumların tahmininde başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

2.1.5.7. Ekonomik ve Finansal Analizlerde Markov Zincirleri

Markov zincirleri, ekonomik ve finansal analizlerde de önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, faiz oranlarının tahmin edilmesi ve ekonomik büyüme tahminleri gibi alanlarda kullanılır. Birçok araştırmacı, Markov zincirlerini kullanarak ekonomik verilerin analizini yapmış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. Lizieri'nin çalışmaları, Birleşik Krallık'taki nominal faiz oranlarının makroekonomik etkilerini incelemiş ve yüksek faiz oranlı dönemler ile düşük faiz oranlı dönemler arasında farklı rejimlerin varlığını tespit etmiştir (Lizieri, 1997).

2.1.5.8. Biyolojik Sistemlerde Markov Zincirleri

Markov zincirleri, biyolojik sistemlerin incelenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, genetik varyasyonların incelenmesi, hücre biyolojisi ve ekolojik modellemeler gibi alanlarda kullanılabilir. Bu zincirler, biyolojik sistemlerin zaman içindeki dinamiklerini modellemek için güçlü bir araçtır. Wu ve Zeng'in çalışmaları, biyolojik sistemlerde Markov zincirlerinin kullanımını ve bu sistemlerin dinamiklerini modelleme yeteneklerini göstermektedir (Wu ve Zeng, 2003).

2.1.5.9. Markov Modellerinin Kullanımı

Markov modelleri, özellikle ekonomik ve finansal analizlerde yaygın olarak kullanılır. Faiz oranlarının tahmin edilmesi, ekonomik büyüme tahminleri ve piyasa analizi gibi alanlarda sıklıkla tercih edilirler. Bu modeller, farklı ekonomik rejimlerin ve geçiş olasılıklarının belirlenmesinde oldukça etkilidir. Hamilton'un çalışmaları, ABD ekonomik döngülerinin analizi için Markov rejim değişim modellerinin kullanımını örneklemektedir (Hamilton, 1989). Ayrıca, Ang ve Bekaert'in çalışmaları, faiz oranlarının rejim değişim modelleriyle başarılı bir şekilde tahmin edilebileceğini göstermiştir (Ang ve Bekaert, 1998).

Bir ürüne ait pazar payı ve gelecekteki durumun belirlenmesi, bir makinenin arıza olasılığı ve gelecekteki arıza durumunun belirlenmesi, alacakların tahsili probleminde hangi miktardaki alacağın tahsilinin imkansız hale geldiği ve hangi miktardaki alacağın kısa, orta ve uzun vadelerde tahsilinin mümkün olduğunun tespiti, bir işletmedeki işgücüne ait gelecekteki durum tahmini, bir hisse senedine ait fiyat hareketleri sonucunda hisse senedinin uzun vadedeki fiyatının tespiti, medya için izleyici/okur sayısının gelecekteki durumunun belirlenmesi, bir işletmenin mevcudiyetinin gelecekteki durumunun belirlenmesi, orman/deniz gibi çevre değerlerinin gelecekteki durumunun belirlenmesi için markov analizi kullanılabilir. (Timor, 2001, s. 297)

2.1.5.9.1. Ekonomik Krizlerin Analizi

Ekonomik krizler, Markov rejim değişim modelleri kullanılarak analiz edilebilir. Bu modeller, kriz dönemleri ve normal dönemler arasındaki geçişleri modellemek için uygundur. Örneğin, Türkiye'deki faiz oranlarının analizi için yapılan çalışmalarda, 2002-2019 dönemindeki kriz ve kriz sonrası dönemler Markov rejim

değişim modelleri kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmalar, kriz dönemlerindeki faiz oranlarının belirli rejimlere sahip olduğunu ve bu rejimler arasındaki geçişlerin modellemede önemli olduğunu göstermiştir (Güleşce, 2019).

2.1.5.9.2. Faiz Oranlarının Tahmini

Faiz oranlarının tahmin edilmesi, ekonomik ve finansal analizlerde kritik bir öneme sahiptir. Markov rejim değişim modelleri, faiz oranlarının tahmininde etkin bir araç olarak kullanılır. Örneğin, 2002-2019 yılları arasında Türkiye'deki faiz oranlarının analizi için yapılan bir çalışmada, faiz oranlarının farklı rejimlere sahip olduğu ve bu rejimlerin Markov rejim değişim modeli ile başarılı bir şekilde tahmin edilebileceği gösterilmiştir (Güleşce, 2019).

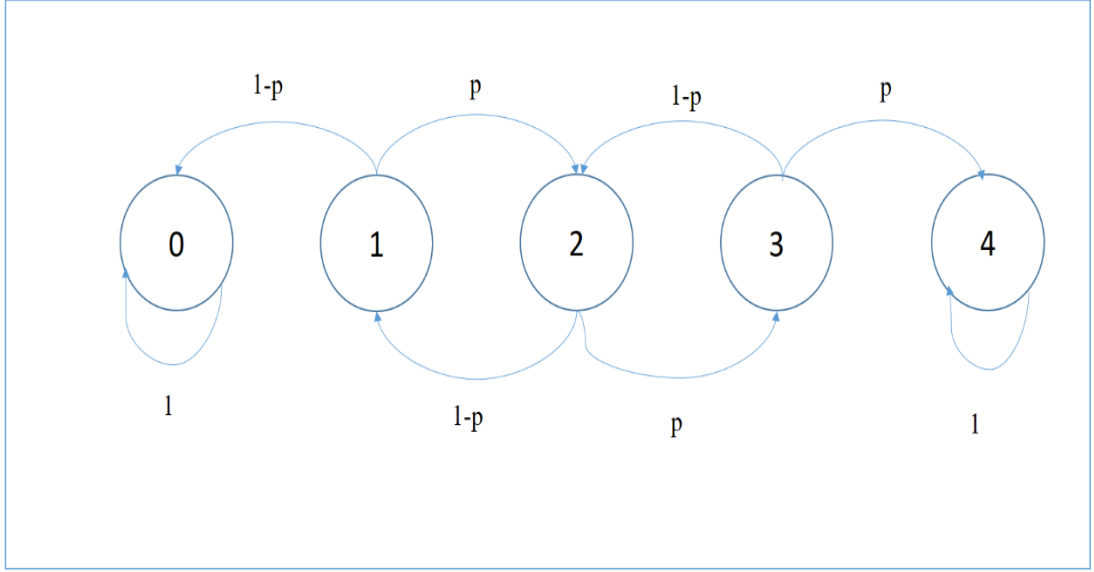
2.1.5.9.3. Hisse Senedi Piyasalarında Markov Modelleri

Markov rejim değişim modelleri, hisse senedi piyasalarının volatilitelerini analiz etmek için de kullanılmaktadır. Örneğin, Mehmet Ali Karadağ'ın çalışması, Türkiye hisse senedi piyasasının volatilitelerini analiz etmek için Markov rejim değişim GARCH modellerini kullanmıştır. Bu çalışmada, Markov rejim değişim GARCH modellerinin, tek rejimli GARCH modellerine göre daha başarılı tahmin performansı gösterdiği ve volatiliteler tahminlerinde daha başarılı olduğu bulunmuştur (Karadağ, 2008). Diğer benzer çalışmalar ilgili araştırmalar çalışmasında gösterilmiştir.

2.1.5.10. Markov Zincirinde Durumların Sınıflandırılması

Markov zincirinde geçişlerin ve yapısının analizi için, Markov zincirindeki durumların farklı türleri arasında, ayırımın yapılması gerekir.

Geçici Durum: Eğer durum i 'den durum j 'ye ulaşılabilirken, durum j 'den durum i 'ye ulaşamaz ise durum i geçici bir durumdur. Diğer bir ifade ile i durumu geçici olduğunda, onu bırakan bir yol asla i durumuna dönmez. Kumarcının iflası örneğinde 1, 2 ve 3 durumları geçici durumlardır. Şekil 1'i incelediğimizde, durum 2'den 2-3-4 yolu ile durum 4'e ulaşılırken, durum 4'ten durum 2'ye dönmek için hiç yol yoktur. Bu duruma ilişkin model Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Kumarcı iflası oyununun geçiş matrisinin grafik gösterimi

Durum i 'den durum j 'ye götüren bir yol var ise durum i 'den durum j 'ye ulaşılabilir. Öte yandan, iki olay i ve j 'nin birbirine açılımlı olduğunu söyleyebilmek için j 'den ve i 'den j 'ye de ulaşılabilmelidir. Tüm durumlar birbirine açılımlı ise Markov zinciri küçültülemez.

Bu durumu açıklayabilmek için hisse senetlerinin değerini belirleyen modeli ele alalım. Borsada her günün sonunda fiyatlar kaydedilmektedir. Eğer borsa yükselirse onun ertesi günde yükselmesi olasılığı 0.7'dir. Eğer borsa düşerse onun ertesi gün yükselme olasılığı ise 0.5'tir. Bu bir azaltılmayan Markov zinciridir. Durum 0, borsada hisselerin yükseleceğini; durum 1'de borsanın düşeceğini gösterir. Geçiş matrisi de Denklem (3)'te verildiği şekilde olur.;

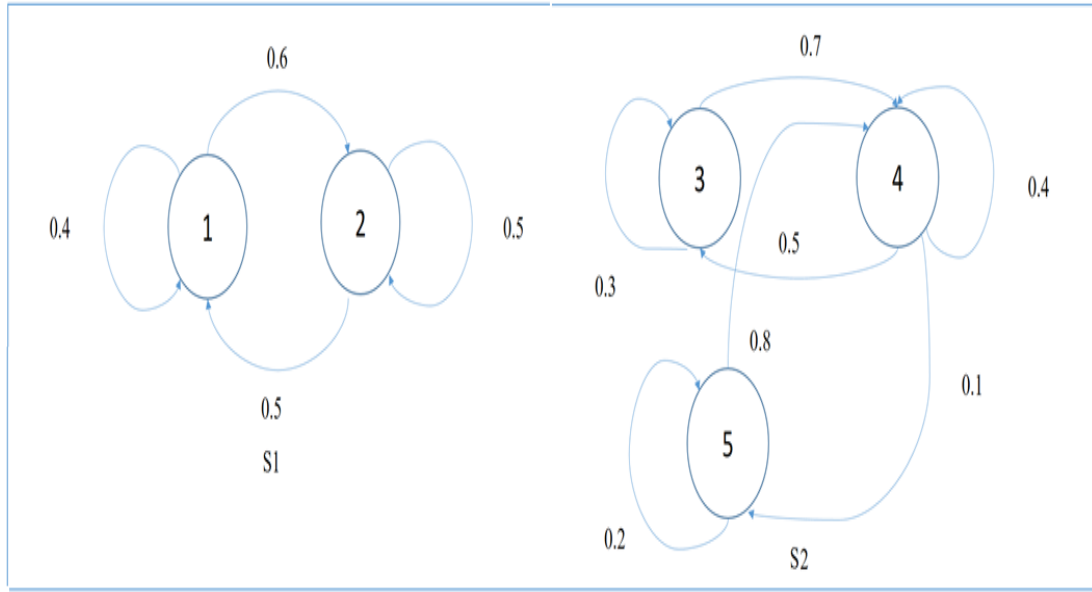
$$P = \begin{vmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.5 & 0.5 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Markov zincirinde durumların kümesinin (S) kapalı küme olduğunu söyleyebilmek için, kümenin dışındaki duruma kümedeki herhangi bir durumdan ulaşamaz.

Kapalı kümeyi ve bazı durumları daha iyi açıklayabilmek için aşağıdaki Denklem (4)'te yer alan geçiş matrisi örnek verilebilir.

$$P = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,6 & 0 & 0 & 0 \\ 0,5 & 0,5 & 0,3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0,8 \\ 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0,2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Matriste yer alan diğer 5 durumlu kapalı gösterim de Şekil 2’de sunulmuştur. S₁’de başlayan ve S₂’de sona eren veya S₂’de başlayıp S₁’de sona eren bir yol yoktur.



Şekil 2. P Geçiş Matrisinin Grafik Gösterimi

Şekil 2’de verildiği üzere S₁ = {1,2} ve S₂ = {3,4,5} kapalı kümedir. Şekil 2’de görüldüğü üzere kapalı bir kümeye girildiğinde asla terk edilememektedir.

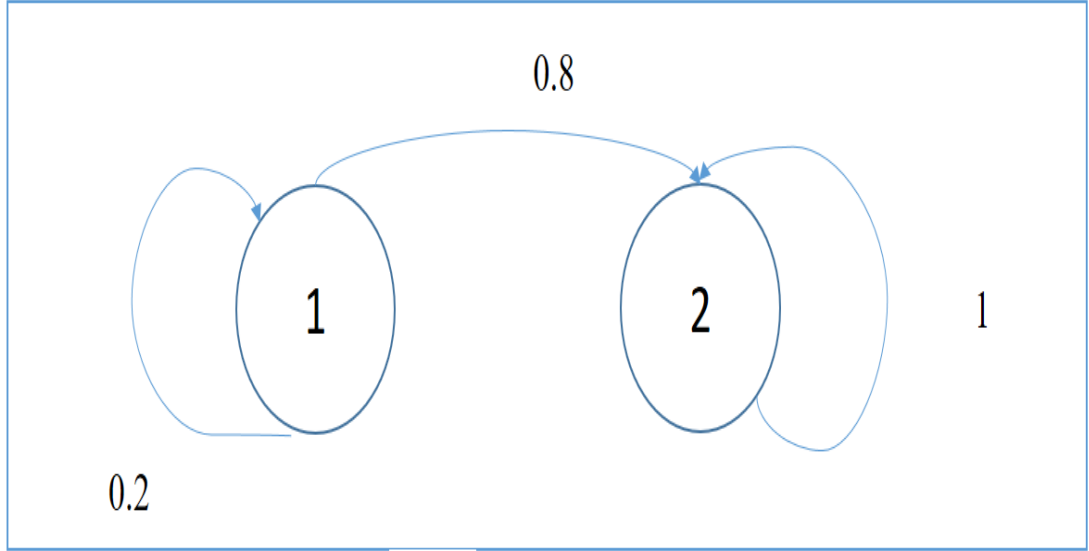
Yutucu Durum: Markov Analizinde, bazı problemlerde, bir durumdan ötekine geçilebilirken; bazı problemlerde ise gelecekte bir durumdan ötekine geçilememektedir. Bir diğer deyişle, bir durum verildiğinde, artık bu durum süreç içinde yutucu özellik gösterir; bir diğer duruma geçilemez, aynı durumda sabit kalınır (Timor, 2001, s. 310).

Markov zincirinin özel bir hali, önceden bilinen koşullara erişmeyi durduran sistemler ile modellenir. Bu tür süreçler yutucu durumlar olarak adlandırılmaktadır.

Bir Markov zincirinde, bir durumda kalıp, diğerine geçiş durumu ise yutucu Markov zinciri durumlarından bir kısmını oluşturur. Yutucu bir Markov zincirinde,

başlangıç halinden, son duruma geçiş sürecinin sonunda, yutucu durumdan ayrılmak imkansızdır. Yutucu zincirdeki diğer bir durum, yutucu duruma erişilene kadar olan süreçte, her adımda çıkış yapılmasının zorunlu olmadığı durumdur (Cinemre, 2004, s. 512).

Yutucu duruma bir örnek Şekil 3'te verilmektedir.



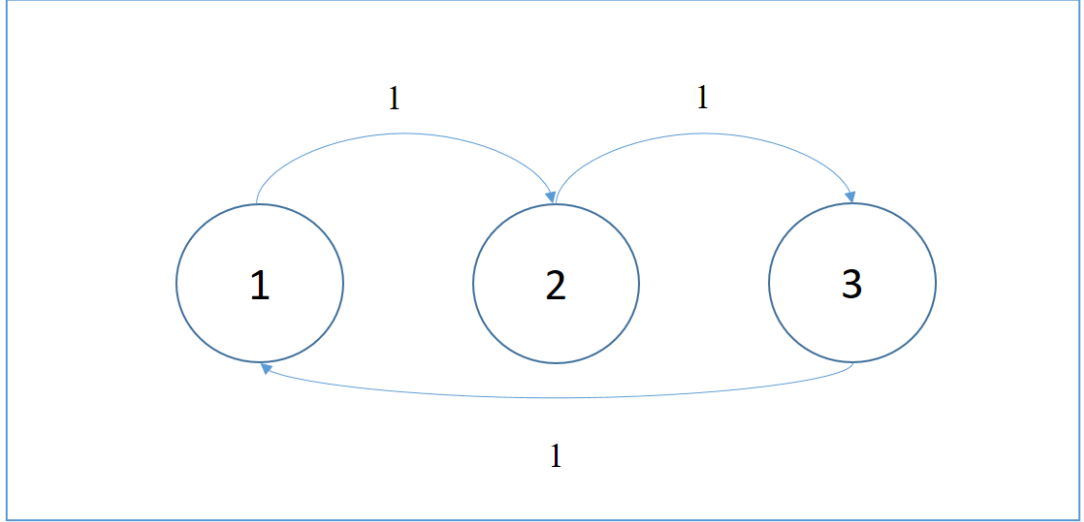
Şekil 3. Yutucu Durumun Grafik Gösterimi

Yutucu duruma için bir örnek matris verilecek olursa aşağıda Denklem (5)'te verildiği gibi yazılabilir;

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

P geçiş matrisi, her durumunun 3 dönemli olan Markov zinciridir. Şekil 4'te görüldüğü üzere, durum 1'den başlarsak, olay 1'e geri dönmek için tek yol, 1-2-3-1 yolunu birkaç kez izlemektir.

Durum 1'e dönülmesi 3 geçişi alır ve böylece durum 1 üç dönemlidir. Bu demektir ki 3 dönem sonra durum 1'e dönülmesi kesindir.



Şekil 4. Üç Dönemli Dönemsel Markov Zinciri Grafik Yöntemi

Tüm durumlar Markov zincirinde iletişimli yinelenen, dönemsel olmayan ve birbirleriyle açılımlı ise bu Markov zinciri *ergodiktir*.

Kumarcının iflası örneğinde durum 3 ve durum 4 iletişimli olmadığından ergodik zincir değildir. Aşağıdaki P_1 matrisinde durumların, $S_1 = \{1,2\}$ ve $S_2 = \{3,4\}$ iki kapalı kümesi olduğu gibi farklı kümelerdeki durumlar birbirleriyle iletişimli değildir.

O nedenle Denklem (6)'da verilen P_1 matrisi ergodik değildir.

$$P_1 = \begin{bmatrix} 2/5 & 3/5 & 0 & 0 \\ 1/3 & 2/3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2/3 & 1/3 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Aşağıdaki Denklem (7)'de verilen P_2 ve P_3 matrisleri ise ergodiktir (Öztürk, 2016, s. 744-748).

$$P_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.8 & 0.2 \\ 0.3 & 0.7 & 0 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 \end{bmatrix} \quad P_3 = \begin{bmatrix} 1/4 & 1/2 & 1/4 \\ 2/5 & 3/5 & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Ergodik Markov zincirleri ile ilgili olarak, ergodiklik, Markov zincirlerinde tüm durumların birbirlerine ulaşabilme olasılığını ifade eder. Bir Markov zinciri ergodik olduğunda, zamanla belirli bir durumdan diğerine geçiş olasılıkları, başlangıç durumundan bağımsız hale gelir. Bu durumda, her iki durum arasındaki olasılıkların

pozitif bir değeri olmalıdır ve zincirin tüm durumları birleştirici (kompakt) bir yapı oluşturmalıdır.

Ergodik Markov zincirleri, uzun vadede denge durumuna ulaşır ve bu denge durumu, zincirin başlangıçtaki durumuna bağlı değildir. Bu, özellikle uzun vadeli davranışların tahmini ve analizi için önemli bir özelliktir. Ergodik bir Markov zinciri, zamanla sabit bir geçiş olasılıkları matrisi kullanılarak uzun dönem dengesini sağlar ve bu durumlar arasındaki olasılıklar, sistemin dengeye ulaşmasından sonra sabit kalır.

Bu özellikler, özellikle stokastik süreçlerin zaman içinde nasıl davrandığını anlamak ve tahmin etmek için kullanılır. Özellikle, ergodik Markov zincirleri birçok alanda, örneğin ekonomi, finans, mühendislik ve diğer bilim dallarında, sistemlerin uzun vadeli davranışlarını modellemek için kullanılır (Mohammed ve Namburu, 2024).

2.2. İlgili Araştırmalar

İlgili araştırmalar bölümünde, markov zincirleri ve BIST sürdürülebilirlik endeksi üzerine yapılan çalışmalar sırasıyla ele alınmıştır. Uluslararası ve ulusal çalışmalarda yazılmış markov analizi çalışmaları ayrı ayrı kronolojik şekilde sıralanmıştır. Bu çalışmalarda genellikle hisse senedi piyasalarındaki hareketlerin ve risklerin modellenmesi ve tahmin edilmesi üzerine odaklanılmıştır. Araştırmaların birçoğu, Markov Zinciri Modelleri (Markov Chain Models) ve Regime Switching Modelleri gibi yöntemlerle finansal veri setlerinin analizi üzerine yoğunlaşmıştır. Örneğin, ABD, Avrupa ve Asya pazarlarında yapılan bazı çalışmalarda, hisse senedi fiyatlarının uzun vadeli eğilimlerini ve kısa vadeli dalgalanmalarını anlamak amacıyla 10 ila 30 yıllık tarihsel veri setleri kullanılmıştır.

Bu çalışmaların bir kısmı, finansal piyasaların belirsizliğini ve risklerini daha iyi yönetmek için alternatif modelleme tekniklerinin uygulanabilirliğini test etmiştir. Özellikle, değişen rejim modellerinin kullanıldığı araştırmalarda, piyasa krizleri sırasında modelin performansı, sabit parametrelili modellere göre daha başarılı bulunmuştur. Ayrıca, farklı ekonomik dönemlerde ve piyasa koşullarında bu modellerin nasıl çalıştığını anlamak amacıyla simülasyonlar ve karşılaştırmalı analizler yapılmıştır.

Sonuç olarak, dünya genelinde yapılan bu çalışmalar, özellikle piyasa dalgalanmalarını tahmin etmede ve risk yönetimi stratejileri geliştirmede önemli başarılar elde etmiştir. Ancak, bazı araştırmalar, modellerin karmaşıklığının ve veri setlerinin uzunluğunun, sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebileceğine dikkat çekmiştir. Dolayısıyla, bu alandaki araştırmaların sonuçları, kullanılan metodolojiye ve veri süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Türkiye'de yapılan çalışmalara göre, Markov Zinciri Analizi genellikle hisse senetleri, altın ve döviz piyasaları gibi çeşitli finansal varlıkların fiyat dinamiklerini analiz etmek için kullanılmıştır. Hisse senetlerinin yanı sıra, altın ve döviz piyasalarında da önemli araştırmalar yapılmış ve bu çalışmalarda kısa vadeli (1-3 yıllık) veri setleri kullanılmıştır. Altın ve döviz piyasalarına yönelik araştırmalar, bu varlıkların fiyat hareketlerinin tahmini ve risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine odaklanmıştır.

Örneğin, 2 yıllık veri setleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, altın fiyatlarındaki dalgalanmalar ve döviz piyasalarındaki trend değişiklikleri incelenmiş ve bu varlıkların gelecekteki fiyat değişimlerinin öngörülmesine yönelik modeller geliştirilmiştir. Türkiye'deki bu çalışmalar, farklı finansal varlıkların fiyat dinamiklerini anlamak ve gelecekteki hareketlerini tahmin etmek amacıyla Markov Zinciri Analizi yöntemlerini etkin bir şekilde kullanmıştır.

Uluslararası alanda yapılmış çalışmalara aşağıdakiler örnek verilebilir;

Flietz ve Bhargava (1973): Çalışmalarında, vektör süreç modeli için elde edilen ampirik sonuçların, fiyat hareketlerinin birinci veya daha yüksek dereceden durağan olmayan bir Markov zinciri ile tanımlanabileceğini öne sürdüğünü belirtmişlerdir. Testler ayrıca, vektör süreç Markov zincirinin heterojen olduğunu göstermektedir. Bireysel süreç Markov zinciri modeli için elde edilen ampirik sonuçlar, bireysel bir hisse senedinin günlük fiyat hareketleriyle ilgili kısa vadeli bir hafızaya sahip olduğunu öne sürmektedir.

McQueen ve Thorley (1991): Yazarlar çalışmalarında hisse senedi fiyatlarının rassal yürüyüş hipotezini test etmek için bir Markov zinciri modeli kullanmışlardır. Çalışmalarında, New York Borsası'ndaki (NSE) savaş sonrası dönemde yıllık reel getirilerin önemli ölçüde rastgele olmayan yürüyüş davranışları sergilediğini göstermişlerdir.

Los (1998): 1986 Temmuz'dan 1996 Haziran'a kadar geçen on yıl boyunca altı Asya borsasında, ilgili piyasa endeksleriyle ölçülen haftalık fiyatlandırmaları analiz etti. Jakarta Borsası'na ait haftalık veriler aslında Ocak 1988'den Haziran 1996'ya kadar uzanmakta, Tayland Borsası'na ait veriler ise Temmuz 1987'den Haziran 1996'ya kadar olan dönemi kapsamaktadır. Çalışmanın sonunda, bölgedeki altı Asya borsasının endeksleri, tüm etkinlik testlerinden geçemedi. Bu borsalar için piyasa fiyatlandırmasının rassal yürüyüş hipotezi reddedildi.

Kanas (2003): ABD hisse senedi piyasası üzerinde çalışmış ve 1872-1999 dönemine ait yıllık hisse senedi fiyatları ve temettü serilerini incelemiştir. Çalışmanın sonunda, Markov rejim değiştirme modelinin, örneklem dışı hisse senedi getirisi tahmini için mevcut değer modelinin en tercih edilen doğrusal olmayan ampirik uzantısı olduğunu önermiştir.

Masson ve Ruge-Murcia (2003): Döviz kuru rejimleri arasındaki geçişleri incelemek için zamanla değişen geçiş olasılıklarına sahip bir Markov zinciri modeli kullanmıştır. Çalışmada, bu geçiş olasılıkları para birimi krizleri ve optimal para birimi alanı literatürlerinden elde edilen değişkenlerin doğrusal olmayan fonksiyonları olarak modellenmiştir. Yıllık verilere dayanan sonuçlar, enflasyonun ve daha az ölçüde olmak üzere üretim büyümesi ile ticaret açıklığının döviz kuru rejimi geçiş dinamiklerini açıklamada yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Vasanthi, Subha ve Nambi (2011): Bu çalışmada, Birinci Dereceden Markov Zinciri Modeli'ni dünya genelindeki çeşitli borsaların endekslerine uygulamışlardır. Çalışma için Amerikan borsaları (DJIA, S&P 500), Avrupa piyasaları (FTSE, FTSH), Avustralya piyasaları (AUSTA ^ DRD), Çin (SSE ^), Güneydoğu Asya piyasaları (Hong Seng), Pakistan (KSE), Hindistan (BSE, NSE) gibi piyasalardan endeksler seçilmiştir. Çalışmaya popüler yatırım destinasyonlarını temsil eden tüm büyük borsa endeksleri dahil edilmiştir. Markov Zinciri analizi kullanılarak yapılan trend tahmininin sonuçları, geleneksel trend tahmin araçlarıyla elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Markov Zinciri Modeli kullanılarak kısa vadeli (bir yıllık veri), orta vadeli (3 yıllık veri) ve uzun vadeli (5 yıllık veri) trend tahmini yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, çoğu zaman Markov modelinin, geleneksel trend tahmin yöntemlerini geride bıraktığını göstermiştir.

Mitra ve Riggieri (2011): Markov Zincirleri olarak adlandırılan stokastik süreçleri kullandılar. Amaçları, belirli bir şirketin hisse senedi fiyatlarının yakın gelecekteki hareketlerini tahmin etmektir. Veriler için hareketli ortalamaları hesapladılar ve sonuçları dört farklı duruma ayırdılar. Verilere Markov Zinciri hesaplamaları uygulayarak 4x4 geçiş olasılık matrisi oluşturdular. Bu geçiş matrisi kullanılarak bir denklem sistemi çözdüler ve bir hisse senedi fiyatının belirli bir gün için bu dört durumdan birine düşme olasılığını temsil eden dört kararlı durum buldular. Mitra ve Riggieri'ye göre, bu bilgiyi kullanarak gerçek verilerini bu denklemlere uyguladılar ve yakın gelecekteki hisse senedi fiyatlarını tahmin edebildiler. Bu yöntemle, hisse senedi fiyatlarının önümüzdeki birkaç gününü başarılı bir şekilde tahmin edebildiler.

Liu (2011): Belirsizlik altında sürekli zamanlı bir ara dönem tüketim ve portföy seçimi problemini inceledi; burada, riskli bir varlığın beklenen getirileri gizli bir Markov zincirini takip etmektedir. Liu, eksik bilgi altında sürekli Bayesian revizyonlarının, ara dönem koruma taleplerini azaltan belirsizlik kaynaklı koruma talepleri oluşturduğunu bulmuştur.

Mamipour ve Vaezi (2015): Çalışmasında, İran'daki petrol fiyatı, altın fiyatı ve borsa getirileri arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler, çok değişkenli rejim değiştirme yaklaşımı ile incelenmiştir. Ocak 2003 - Aralık 2014 dönemine ait veriler kullanılarak, bu değişkenlerin doğrusal olmayan özellikleri Markov-Switching Vektör Düzeltme Modeli (MS-VECM) ile analiz edilmiştir. Çalışma, üç rejimi (derin durgunluk, hafif durgunluk ve genişleme) tanımlayarak, petrol fiyatlarının kısa vadede borsa getirileri üzerinde olumlu, uzun vadede ise olumsuz bir etki yaptığını ortaya koymuştur. Altın fiyatı şokunun, kısa vadede (10 ay) borsa getirilerini azalttığı, ancak orta ve uzun vadede borsa getirilerini artırdığı bulunmuştur. Bu bulgular, İran borsasında yatırım yapan yatırımcılar ve politika yapıcılar için önemli bilgiler sunmaktadır.

Bhusal (2017): Bu çalışma, Markov zinciri modelini kullanarak Nepal Hisse Senedi Borsası (NEPSE) endeksinin gelecekteki durumlarını tahmin etmeyi amaçlamaktadır. 15 Ağustos 2007 - 18 Haziran 2017 tarihleri arasındaki 2741 işlem gününe ait NEPSE endeksi verileri kullanılarak, endeksin uzun vadeli davranışları ve belirli bir duruma geri dönme süresi analiz edilmiştir. Sonuçlar, NEPSE endeksinin uzun vadede %38.55 olasılıkla artış göstereceğini, %17.07 olasılıkla aynı kalacağını

ve %44.36 olasılıkla düşeceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, NEPSE endeksinin gelecekteki eğilimlerini tahmin etmek için Markov zinciri modelinin güçlü bir araç olduğunu göstermiştir ve yatırımcıların karar verme süreçlerine rehberlik edebilecek önemli bilgiler sunmuştur.

Parimyndhan ve Kannan (2024): Bu çalışma, NIFTY50 endeksindeki hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesi amacıyla Markov Zincirleri modelini kullanmaktadır. NIFTY50 endeksi, Hindistan Ulusal Borsası'nda işlem gören en büyük 50 şirketi içermekte ve bu çalışmada, 01.09.2020 - 31.08.2022 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları analiz edilmiştir. Çalışma, dört farklı durum belirleyerek (Higher Highs, Higher Lows, Lower Highs, Lower Lows) bir Markov modeli oluşturmuş ve bu durumların geçiş olasılıklarını hesaplamıştır. Sonuçlar, NIFTY50 endeksinin uzun vadede yüksek bir olasılıkla yükselmeye devam edeceğini, ancak kısa vadeli dalgalanmaların da olacağını göstermiştir. Bu çalışma, yatırımcılara NIFTY50 endeksi üzerinden stratejik kararlar alma konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

Ulusal alanda yapılmış çalışmalara aşağıdakiler örnek verilebilir;

Kılıç (2005): BIST 100 endeksinin günlük getirilerinin bir rassal yürüyüş sürecini takip edip etmediğini test etmek için Markov zinciri metodolojisini kullandı. BIST 100 endeks değeri, 23.10.1987-02.11.2004 dönemi için 17 yıllık 4234 iş gününü kapsamaktadır. Bu çalışmanın sonucu, Zayıf Formda Etkin Piyasalar Hipotezi'ni (EMH) desteklemektedir; bu hipoteze göre, herhangi bir zamanda hisse senedi fiyatları mevcut tüm tarihi bilgileri tamamen yansıtır. Rassal yürüyüş altında, fiyatlar ve hacimle ilgili tarihsel veriler, gelecekteki hisse senedi getirilerini tahmin etmede hiçbir değer taşımaz.

Koşar (2013): Bu çalışma, Borsa İstanbul 100 Endeksi'ne (BIST 100) ait seans getirilerinin yönünü tahmin etmek için Markov Zincirleri ve Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerini entegre etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, BIST 100 endeksinin seans getirileri önce ayrık durumlu bir Markov zinciri süreci olarak modellenmiş, ardından seans getirilerinin yönünü tahmin etmek için bir Yapay Sinir Ağı modeli eğitilmiştir. Çalışmanın sonunda, yatırımcılara araştırmanın bulgularına göre bilgi verilmiş ve gelecekteki araştırmalar için bazı öneriler sunulmuştur. Bu çalışma, Markov Zincirleri

ve Yapay Sinir Ağları'nın birlikte kullanılmasıyla finansal tahminlerde daha yüksek doğruluk elde edilebileceğini göstermektedir.

Özdemir ve Demirelli (2013): BIST Teknoloji Endeksi'nde işlem gören hisse senetlerinin günlük fiyat hareketlerini Markov zincirleri kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada, 252 iş günü boyunca günlük kapanış fiyatları incelenmiş ve bu fiyatlardaki değişikliklerin olasılıkları hesaplanarak, hisse senetlerinin uzun vadeli getirileri tahmin edilmiştir.

İlarslan vd. (2014): Bu çalışma, İMKB 10 Bankacılık Endeksi'nde işlem gören hisse senetlerinin fiyat hareketlerini Markov zincirleri kullanarak tahmin etmeye odaklanmıştır. 02.01.2012-31.12.2012 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları kullanılarak yapılan analizde, on hisse senedinden dokuzunun fiyat hareketleri başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Çalışma, Markov zincirleri metodunun hisse senedi fiyat hareketlerini tahmin etmede etkili bir araç olduğunu göstermiştir ve yatırımcılara bu tahminler doğrultusunda stratejik kararlar alma konusunda rehberlik edebilecek bilgiler sunmuştur.

Çam (2017): Bu çalışmada, Borsa İstanbul 100 endeksi, USD/TRY döviz kuru ve altın fiyatlarının getirilerinin yönü, Yapay Sinir Ağları ve Yüksek Dereceden Markov Zincirleri modelleri ile tahmin edilmiştir. Çalışmada, Yüksek Dereceden Markov zincirlerinin geçiş olasılıkları, her bir süreç için tahmin edilen Yapay Sinir Ağları'nın tahmini değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hem Markov Zincirleri hem de Yapay Sinir Ağları, karmaşık yapıya sahip finansal piyasa verilerini tahmin etmek için etkili yöntemler olarak öne çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları, ikinci ve üçüncü dereceden Markov zincirleri modellerinin, bir sonraki günün getiri tahmininde önemli bilgiler sağladığını göstermiştir. Ayrıca, üçüncü dereceden Markov zinciri modelinin, ikinci dereceden modele göre daha fazla bilgi taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, piyasa verilerinin gelecekteki hareketlerini tahmin etmek için iki yöntemi birlikte kullanarak daha güçlü ve güvenilir sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır.

Alp ve Sarioğlu (2018): Bu çalışma, Euro döviz kurundaki değişimlerin ithal edilen bir malın satış rakamları üzerindeki etkisini Markov Zinciri Modeli ile analiz etmiştir. 2013-2016 yılları arasındaki aylık satış verileri kullanılarak, döviz kuru değişimlerinin uzun dönem denge durumları belirlenmiştir. Sonuçlar, Euro döviz kuru ile satış rakamları arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir. Euro döviz kurunun

artışı ile satışların azalma eğiliminde olduğu bulunmuş ve bu durum, ithalat yapan şirketler için stratejik planlamalar yapmada önemli bir veri olarak değerlendirilmiştir.

Yavuz (2019): Bu çalışma, Markov zinciri analizi kullanarak Borsa İstanbul'daki Katılım Endeksleri'nin (KATLM ve KAT50) gelecekteki eğilimlerini tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, KATLM endeksinin 520 günlük (01.07.2014-29.07.2016) ve KAT50 endeksinin 514 günlük (09.07.2014-29.07.2016) kapanış değerleri kullanılarak, bu endekslerin artış, azalış ve sabit kalma durumları incelenmiştir. Geçiş olasılıkları matrisi oluşturulmuş ve bu matrise dayanarak bir kararlı durum analizi yapılmıştır. Sonuçlar, her iki endeksin de gelecekteki eğilimlerinin başarılı bir şekilde öngörüldüğünü göstermektedir. Bu çalışma, bireysel ve kurumsal yatırımcılar için önemli bilgiler sunmakta ve Markov zincirlerinin finansal piyasaların tahmininde ne kadar güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Yurdakul (2019): çalışmasında Borsa İstanbul'da (BİST) işlem gören mevduat bankalarının kredi performanslarını Markov Zinciri yöntemiyle incelemiştir. Mart 2012 - Aralık 2015 dönemine ait üç aylık veriler kullanılarak, bu bankaların arındırılmış kredi farkları, net faiz geliri farkları, toplam krediler içindeki payı ve bu bankalara ilişkin BİST'te işlem gören hisse senetlerinin toplam piyasa değeri analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, krediler, net faiz gelirleri ve hisse senetlerinin toplam piyasa değerinin artış eğiliminde olduğunu, ancak toplam krediler içindeki payın azalacağını göstermektedir. Bu sonuçlar, BİST'te işlem gören mevduat bankalarının Türk bankacılık sektörü içindeki önemini vurgulamaktadır.

Demirci (2020): Bu çalışma, altın fiyatlarının tahmin edilmesinde Markov Zincirleri yöntemini kullanmayı amaçlamaktadır. 2016-2018 yılları arasında günlük altın fiyatları verileri kullanılarak, bu fiyat hareketlerinin geçiş olasılıkları hesaplanmış ve fiyatların gelecekteki durumları tahmin edilmiştir. Çalışmada, farklı fiyat aralıkları kodlanarak geçiş matrisleri oluşturulmuş ve bu matrisler üzerinden altın fiyatlarının uzun dönemli tahminleri yapılmıştır. Uygulama sonuçları, geçiş matrislerinin anlamlı sonuçlar verdiğini ve Markov Zincirleri yönteminin altın fiyatlarını tahmin etmede etkili bir araç olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, altın yatırımcıları için önemli bilgiler sunmakta ve finansal analizlerde Markov Zincirleri'nin kullanımının avantajlarını ortaya koymaktadır.

Yenisu (2020): Bu çalışma, Markov zincirleri analizini BIST 100 endeksinde bulunan şirketlerin hisse senedi fiyatlarına uygulamaktadır. 31.12.2018 ile 31.12.2019 tarihleri arasındaki günlük kapanış verileri kullanılarak, en fazla işlem gören 10 hisse senedi belirlenmiş ve bu hisse senetlerinin fiyat hareketleri analiz edilmiştir. Çalışmada, Markov zincirleri yöntemi ile hisse senetlerinin uzun dönemli beklenen getirileri hesaplanmış ve farklı hisse senetlerinin uzun vadeli performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, hisse senetlerinin uzun dönem getirilerinde farklılıklar olduğunu göstermiştir ve bu farklılıklar yatırımcılara stratejik kararlar almada yol gösterici olabilir.

Ersen, Akyüz ve Akyüz, (2023): Bu çalışma, Borsa İstanbul'da kağıt ve kağıt ürünleri sektöründe işlem gören şirketlerin hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesi için Markov Zinciri modelini kullanmaktadır. 01.06.2022 - 31.05.2023 tarihleri arasındaki kapanış fiyatları verileri kullanılarak yapılan analizde, altı hisse senedinin uzun vadede düşüş eğiliminde olacağı, ancak TEZOL şirketine ait hisse senedinin uzun vadede artış göstereceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, şirketlerin beklenen hisse senedi getirileri incelendiğinde, VIKING şirketinin en yüksek beklenen getiriye, KARTN şirketinin ise en düşük beklenen getiriye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, kağıt ve kağıt ürünleri sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesi için Markov Zinciri modelinin etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

BIST sürdürülebilirlik endeksi için yazılan ilgili araştırmalar şu şekildedir;

Acar Erdur ve Kara (2016): Bu çalışma, 2000'li yılların başından itibaren önemli bir kavram olarak öne çıkan "kurumsal sürdürülebilirliğin" Türkiye bağlamında yatırımcılar tarafından değer görüp görmediğini incelemektedir. Çalışmanın amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde (XUSRD) işlem gören şirketlerin endekse girişlerinin hisse senedi getirilerine etkisini "olay çalışması" yöntemiyle analiz etmektir. Çalışma bulguları, sürdürülebilirlik endeksinde yer alan veya endekse dahil edilecek olan şirketlerin, kamuya duyurulmalarıyla hisse senetlerinden anormal getiriler elde edebildiklerini göstermektedir.

Gök ve Özdemir (2017): Bu çalışmada, Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi ile BIST100 endeksi karşılaştırılmış ve 4 Kasım 2014 - 30 Aralık 2016 dönemi incelenmiştir. EGARCH modeliyle yapılan oynaklık analizi, her iki endekste

de negatif şokların oynaklık üzerinde daha fazla etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, Sürdürülebilirlik Endeksi yatırımcılara finansal bir teşvik sunmamaktadır, ancak zamanla farkındalık arttıkça yatırımcıların tepkisi değişebilir.

Önder (2017): Bu çalışmada, BIST 100 endeksinde yer alan şirketlerin Sürdürülebilirlik Endeksi'nde bulunmasının kârlılık üzerindeki etkisi çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar, kurumsal sürdürülebilirlik endeksinde yer almanın şirket kârlılığına doğrudan bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Analizde, hasılat, şirket büyüklüğü, sektör ve risk faktörleri de göz önünde bulundurulmuş, riskin şirket kârlılığını olumsuz, hasılat ve büyüklüğün ise olumlu etkilediği belirlenmiştir. Sektör ve sürdürülebilirlik endeksi değişkenlerinin kârlılık üzerinde anlamlı bir etkisi tespit edilmemiştir. Kurumsal sürdürülebilirliğin kârlılık üzerindeki etkisizliği, toplum ve yatırımcıların bu konuda yeterince farkındalığa sahip olmamasından kaynaklanabilir. Sürdürülebilirlik konusunda bilinç oluşturmak için BIST ve ilgili sivil toplum kuruluşlarının kampanyalar ve reklamlarla bu farkındalığı artırmaları önerilmektedir.

Tarakcıoğlu Altınay ve Kestane (2017): Bu çalışmanın amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde işlem gören 4 bankanın, endekse girmeden önceki ve sonraki hisse senedi değerlerindeki değişimi istatistiksel olarak incelemektir. Sonuçlar, endeks öncesi hisse senedi ortalamalarının endeks sonrası değerlerden daha yüksek olduğunu, ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ($p>0,05$) göstermiştir. Hisse senedi değerlerindeki düşüşün, sürdürülebilirlik endeksinin henüz tanınmaması ve Türkiye'deki olumsuz ekonomik gelişmelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Buna karşın, BIST 100 endeksi istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş göstermiştir; bu durum, BIST 100'ün daha derinleşmiş bir endeks olmasına bağlanmaktadır.

Ünal ve Yüksel (2017): Bu çalışma, XUSRD'ye dahil olan bankaların ekonomik performansları ile hisse senedi kazançları arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Araştırma, 2015 ve 2016 yıllarının tamamı ile 2017 yılının ilk yarısına ait verilerle yapılmış ve endekste yer alan banka sayısı, endeks güncellemeleri nedeniyle yıllar içinde artış göstermiştir. İnceleme için çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE kullanılmıştır. Sonuçlar, bazı bankaların finansal performanslarının yüksek olmasına rağmen, hisse senedi getirileri ile bu performansların her zaman

örtüşmediğini göstermektedir. Ayrıca, finansal performans ile hisse senedi getirileri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Çalışma, literatürde bankacılık sektöründeki benzer araştırmalara katkı sunmakta ve farklı yöntemlerle genişletilmeye açık bir yapıya sahiptir.

Aytekin ve Erol (2018): Bu çalışmada, mali göstergelerin XUSR'D'e katılım için güvenilir bir kriter olup olmadığı incelenmiştir. 2014 yılının Kasım ayı ve 2017 yılının Ekim ayı arasındaki dönemlerde değerlendirilen BIST 30, BIST 50 ve 63 şirket, çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Mali olmayan şirketlerin ekonomik başarıları, 10 finansal oran aracılığıyla ARAS yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuçlar, finansal başarının endekse dahil olma açısından belirleyici rol oynadığı bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışma, sürdürülebilirlik endeksinin önemini vurgulayarak, bu endekste yer alan şirketlerin finansal performanslarının yanı sıra çevresel ve sosyal başarılarının da dikkate alındığını belirtmektedir. Gelecekteki araştırmaların farklı göstergelerle zenginleştirilmesine açıktır.

Gündüz (2018): Bu çalışmanın amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'ne giren firmaların hisse senedi değerlerinde bir değişiklik olup olmadığını araştırmaktır. 2014-2016 yıllarına ait 42 firmanın finansal verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Sonuçlar, endekse dahil olmanın hisse senedi değerleri ve finansal performans göstergeleri (Tobin's Q oranı ve piyasa değeri/defter değeri oranı) üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bu durumun nedeni olarak, endeksin yeni olması ve yatırımcıların henüz endeks hakkında yeterince bilgi sahibi olmamaları öne sürülmektedir. Yatırımcıların, sürdürülebilirlikten ziyade finansal durum ve risk gibi faktörleri göz önünde bulundurdıkları düşünülmektedir.

Sonuçlar, sürdürülebilirlik endeksinde yer alan firmalar için beklenen ekonomik faydayı sağlamadığını ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda, sektörel farklılıklar ve farklı değişkenlerle daha uzun dönemli analizler yapılması önerilmektedir.

Temiz ve Acar (2018): Bu araştırmanın hedefi, BIST Sürdürülebilirlik Endeksinde işlem gören 44 firmanın endekse alınıp duyurusunun hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini incelemektir. Olay çalışması yöntemi kullanılarak, bu duyurunun aşırı fiyat hareketlerine neden olup olmadığı ölçülmüştür. Sonuçlar, şirketlerin hisse

senedi getirileri üzerinde duyurunun sınırlı bir etkisi olduğunu ve endeks duyurusuna verilen piyasa tepkisinin genellikle negatif yönde olduğunu göstermiştir. Özellikle, olay günü ve takip eden birkaç günde istatistiksel olarak anlamlı aşırı getiriler gözlemlenmiştir, ancak bu getirilerin çoğunlukla negatif yönde olduğu tespit edilmiştir. Şirketlerin varlık büyüklüğü, hisse başına kâr ve borçluluk düzeyi gibi faktörler açısından gruplandırıldığında da getiriler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Gök ve Gökçen (2020): Bu çalışma, Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'ne (XUSRD) dâhil edilen bankaların hisse senedi getirileri üzerindeki etkilerini olay çalışması yöntemiyle incelemektedir. Kasım 2014 - Ekim 2019 arasında endekse alınan sekiz bankanın ortalama anormal getirileri analiz edilmiştir. Bulgular, bankaların endekse dâhil edilmelerinin yatırımcılar üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Duyuru öncesi getiriler negatif iken, duyuru sonrası pozitif bir toparlanma görülmüştür. Kümülatif anormal getiriler, olaydan sonra pozitif olup istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir. Bu bulgular, bankaların endekse dâhil edilmesinin yatırımcılarda olumlu tepkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Gelecekteki çalışmaların, farklı sektörlerde de bu yöntemi uygulayarak yatırımcı tepkilerini incelemesi önerilmektedir.

Kılıç (2023) : Bu araştırmanın temel amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksine kabul duyurusunun hisse senetlerinin getiri ve likidite üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak incelemektir. 2014-2021 yılları arasında yapılan çalışmada, olay çalışması metodolojisi kullanılarak toplam 67 farklı endekse kabul durumu analiz edilmiştir. Duyuru öncesindeki beklenti etkisinin varlığı, duyuru ve giriş tarihleri arasındaki fiyat değişimleri ile bu değişimlerin sürdürülebilirliği için altı ayrı olay penceresi oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular, duyuru tarihini takip eden günlerde yatırımcıların olumlu bir tepki verdiğini ve piyasa getirisinin üzerinde bir getiri elde edilebileceğini göstermektedir.

Araştırma sonuçları, yatırımcılara "duyuru tarihinden sonra alım yapma ve giriş tarihine kadar tutma" şeklinde bir strateji önerisi sunmaktadır. Bununla birlikte, duyuru öncesinde kümülatif anormal işlem hacmi oranında bir artış ya da likiditede belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir. Ayrıca, endekse kabul edilme sonrası

dönemlerde negatif kümülatif anormal işlem hacimleri tespit edilmiş, bu da likiditenin esas olarak giriş sonrası olumsuz bir etkilenme yaşadığını ortaya koymaktadır.

Bumin ve Ertuğrul (2024): Bu araştırmada, XUSRD’de yer alan firmaların sürdürülebilirlik notları ile finansal performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. 62 şirketin 2022 yılına ait verileri kullanılarak, sürdürülebilirlik notu ile işletme değeri, aktif kârlılık ve hisse senedi getirisi arasındaki ilişki çoklu regresyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, sürdürülebilirlik notları ile işletme değeri arasında negatif bir ilişki bulunurken, aktif kârlılık ve hisse senedi getirisi ile sürdürülebilirlik notları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu durumun, yatırımcıların çevre yatırımlarının maliyet artırıcı etkileri nedeniyle şirketlerin finansal tabloları ve hisse senedi getirileri üzerinde olumsuz bir etki yaratabileceği beklentisiyle bağlantılı olabileceği sonucuna varılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, veri toplama süreci ile verilerin analiz yöntemleri hakkında bilgiler sunulmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatları Markov Zinciri analizi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma modeli, hisse senedi fiyatlarının üç farklı durum (değer artışı, sabit kalma ve değer kaybı) üzerinden değerlendirilmesini içermektedir. Markov Zincirleri kullanılarak geçiş olasılıkları matrisleri oluşturulmuş ve bu matrisler yardımıyla hisse senetlerinin gelecekteki durumlarının tahmini yapılmıştır. Bu yöntem, hisse senedi fiyatlarındaki günlük değişimlerin olasılık dağılımlarını hesaplamak ve bu dağılımlar üzerinden uzun vadeli yatırım stratejilerine dair çıkarımlar yapmak amacıyla kullanılmıştır. Model, sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmiş şirketlerin finansal performanslarını dinamik bir şekilde analiz etmeyi ve yatırımcıların bu şirketlere yönelik stratejik kararlarını desteklemeyi amaçlamaktadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evreni, Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik25 Endeksi (XUSD25) kapsamındaki 25 şirkettir. Örneklem, bu endeksin dahilindeki 25 şirketin hisse senetlerinden oluşmaktadır. Veriler, 20 Mayıs 2019 ile 20 Mayıs 2024 tarihleri arasında, toplam 1246 iş günü süresince elde edilen günlük kapanış fiyatlarını içermektedir. Örneklemde yer alan hisse senetleri, sürdürülebilirlik kriterlerine göre belirlenen şirketlerden seçilmiştir ve bu hisselerin fiyat değişimleri, Markov zinciri modelleri kullanılarak analiz edilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri

Bu bölümde, araştırmanın temel amacına ulaşmak ve alt problemleri yanıtlamak amacıyla hangi bilgi toplama kaynaklarının kullanıldığı ve bu kaynaklardan nasıl yararlanıldığı açıklanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler, elektronik kaynaklardan toplanan finansal verilerle elde edilmiştir. Özellikle Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan 25 şirketin günlük kapanış

fiyatları, hisse senedi performansını analiz etmek için temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

Veri toplama sürecinde, ilgili şirketlerin günlük hisse senedi kapanış fiyatları, güvenilir finansal veri tabanlarından ve elektronik veri sağlayıcılarından toplanmış ve bu verilerin geçerliliği ile güvenilirliği doğrulanmıştır. Çalışmada kullanılan veri setinin geçerlik ve güvenilirliği, finansal veri sağlayıcılarının standartlarına dayandırılarak sağlanmıştır. Herhangi bir anket, test ya da görüşme yöntemine başvurulmamış, bunun yerine elektronik veri tabanları üzerinden doğrudan veri elde edilmiştir.

3.4. Verilerin Toplama Süreci

Araştırma probleminin çözümü için belirlenen model doğrultusunda verilerin toplanma süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Verilerin toplanması, Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan 25 şirketin günlük kapanış fiyatlarının izlenmesi ve bu fiyatların çeşitli elektronik veri kaynaklarından derlenmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde, finansal veri sağlayıcılarından elde edilen günlük fiyat verileri, araştırmacı tarafından elektronik ortamda sistematik olarak kaydedilmiş ve analiz için hazır hale getirilmiştir.20 Mayıs 2019 ile 20 Mayıs 2024 arası hisselerin günlük kapanış fiyatları esas alınmıştır.

Bu süreçte elde edilen veriler, önce doğruluk ve tutarlılık açısından değerlendirilmiş, ardından fiyat değişimleri kategorilere ayrılarak (artış, sabit kalma, azalış) analiz edilmiştir. Verilerin karşılaştırılması ve sınıflandırılması, belirlenen kriterler çerçevesinde yapılmış; geçiş olasılıklarının hesaplanabilmesi için uygun matrisler oluşturulmuştur.

Ayrıca, veri toplama sürecinin bilimsel araştırma etik kurallarına uygun yürütülmesi için gerekli önlemler alınmıştır. Bu kapsamda, kullanılan verilerin güncel ve doğru olduğundan emin olunmuş, veri kaynaklarının güvenilirliği kontrol edilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sürecinde manipüle edilmemesi ve doğru sonuçlara ulaşılması için her adımda şeffaflık sağlanmıştır. Araştırmanın tüm aşamaları boyunca, verilerin bütünlüğünün korunması ve etik kuralların titizlikle uygulanmasına özen gösterilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Bu bölümde, araştırmada toplanan verilerin analiz süreci detaylandırılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, hisse senedi fiyatlarındaki değişimleri ve geçiş olasılıklarını hesaplamak amacıyla Markov Zinciri analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizi, bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş olup, analizlerde QM for Windows programı kullanılmıştır.

Verilerin geçiş olasılıklarını hesaplamak amacıyla kullanılan bu teknik, geçiş matrisleri oluşturularak analiz edilmiştir. Analiz süreci boyunca, verilerin doğruluğunu ve güvenirliğini sağlamak adına elde edilen sonuçlar literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizlerin tercihi, Markov Zinciri modelinin hisse senedi fiyatlarının zaman içindeki olasılıksal hareketlerini doğru bir şekilde yansıtabilme kapasitesine dayandırılmıştır. Bu nedenle, çalışmada kullanılan tekniklerin seçiminde, analizlerin doğruluğunu ve güvenirliğini en st düzeye çıkarmak hedeflenmiştir.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik25 Endeksi (XUSD25) çerçevesindeki 25 şirketin hisse senetlerinin fiyat değişimlerini analiz etmek amacıyla Markov zincirleri kullanılmıştır. İŞ Bankası yatırım resmi web sitesinden elde edilen verilere dayanarak (İş Yatırım, 2024, Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2024), 20.05.2019 - 20.05.2024 tarihleri arasında 1246 iş gününü kapsayan dönemde bu şirketlerin günlük kapanış fiyatlarındaki değişimler incelenmiştir. Bu süreçte elde edilen veriler, hisse senetlerinin gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek amacıyla Markov zinciri modellenmesi için kullanılmıştır.

Hisse senetlerinin fiyat değişimlerinin ardışık günlerdeki eğilimleri, azalma, sabit kalma ve artış gibi üç farklı durumda modellenmiştir. Her bir durumun olasılıkları, frekans dağılımlarına dayalı olarak hesaplanmış ve geçiş olasılıkları matrisleri oluşturulmuştur. Bu matrisler, hisse senetlerinin olası gelecekteki hareketlerini değerlendirmek ve yatırımcılar için stratejik kararlar almak amacıyla kullanılmıştır.

Analizin temel amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki hisse senetlerinin uzun vadeli beklenen getirilerini belirlemek ve bu hisse senetlerinin performanslarını karşılaştırmaktır. Sonuçlar, yatırımcılara sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmiş şirketlerin performansını daha iyi anlama ve gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etme olanağı sunmaktadır. Geçiş olasılıklarını temsil eden koşullu olasılıkları belirlemek amacıyla, öncelikle 20.05.2019 ile 20.05.2024 zaman aralığında 1246 borsanın açık olduğu günlerin fiyat kapanış verileri kullanılmış, her hisse senedinin bir günün kapanış fiyatları arasındaki ardışık gün farkı olarak ölçülmüştür.

Markov teorisi, bir sistemin gelecekteki durumlarının yalnızca mevcut duruma bağlı olduğu ve geçmiş durumların bu geleceği etkilemediği prensibe dayanan matematiksel bir modeldir.

4.1. Durumların Belirlenmesi ve Geçiş İhtimalleri Matrislerinin Hazırlanması

Araştırmanın kapsamı çerçevesinde, daha önce belirtildiği üzere, BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan 25 farklı şirkete ait hisse senetlerinin bir yıllık süre boyunca günlük kapanış fiyatları titizlikle incelenmiştir. Bu analizde, hisse senedi kapanış fiyatlarının bir önceki günle kıyaslandığında gösterdiği eğilimler, Markov

zinciri kullanılarak modellenmiştir. Hisse senetlerinin gelecekteki değerinin ne yönde bir eğilim sergileyeceği belirsizlik taşıdığından, olasılık temelli bir yapının, yani stokastik süreçlerin kullanılması, karar verme süreçlerinde daha objektif ve güvenilir değerlendirmeler yapılmasını mümkün kılabilir. Bu yöntem, finansal analizlerdeki belirsizliklerin daha rasyonel ve bilimsel temellere dayandırılarak ele alınmasına katkı sağlamaktadır. Böylece, hisse senetlerinin performansını analiz ederken hem kısa vadeli hem de uzun vadeli beklentiler daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilir.

Markov zincirlerinde, bilindiği üzere, incelenen sistemin veya sürecin gelecekteki durumu yalnızca mevcut duruma dayanarak tahmin edilir. Bu demektir ki, geçmiş veriler değil, yalnızca şimdiki durum geleceği belirler. Hisse senetlerindeki günlük dalgalanmalar, önceki günün durumu göz önünde bulundurularak ve günlük kapanış fiyatlarındaki değişiklikler incelenerek Markov zincirleri kullanılarak modellenilebilir.

Bu modelleme tekniği, sermayedarlara ve karar vericilere Markov zincirleri analizi aracılığıyla hisse senetlerinin kısa ve uzun vadeli fiyatları hakkında güvenilir bilgi sunabilir. Markov zincirleri, rastgele bir süreç olduğu için, belirsizlikleri analizlere dahil eder ve bu nedenle kesin yöntemlere göre daha akılcı kararlar alınmasına katkı sağlar. Bu yaklaşım, hisse senetlerinin performansını daha derinlemesine inceleyerek yatırımcıların daha bilinçli ve stratejik kararlar vermelerine yardımcı olabilir. Böylece, finansal piyasalardaki belirsizlikler ve riskler daha etkili bir şekilde yönetilebilir.

Bir hisse senedinin kapanış fiyatı, önceki günün kapanış fiyatına kıyasla üç farklı yol izleyebilir: azalabilir, sabit kalabilir veya artış gösterebilir. Bu olasılıkları göz önünde bulundurarak, Ayrı ayrı hisse senetleri için durum kümesinde (S) üç durumu ($s=1, 2, 3$) içeren Markov zincirleri hazırlanmıştır. Birinci durum ($s=1$), hisse senedinin değerinde bir azalma olması, yani kapanış fiyatının bir önceki güne göre düşmesi durumunu belirtir. İkinci durum ($s=2$) ise, hisse senedinin değerinin değişmemesi, yani kapanış fiyatının önceki günle aynı kalması durumunu ifade eder.

Son olarak, üçüncü durum ($s=3$), hisse senedinin yükselişi, kapanış fiyatının önceki günle karşılaştırıldığında artması anlamına gelir. Bu şekilde, günlük kapanış fiyatlarındaki değişimler dikkatle incelenerek hisse senetlerinin hareketleri Markov zincirleri ile modellenmiştir. Bu modelleme yöntemi, yatırımcılara ve finansal

analistlere hisse senetlerinin gelecekteki performansını öngörme konusunda önemli avantajlar sağlar.

Özellikle, farklı durumlar arasındaki geçiş olasılıklarını belirlemek, stratejik kararlar almayı kolaylaştırır ve belirsizlikleri daha etkin bir şekilde yönetmeye yardımcı olur. Stokastik süreçlerin doğasındaki belirsizlikleri göz önüne alarak, Markov zincirleri daha rasyonel ve bilinçli yatırım kararları alınmasına olanak tanır.

Ayrıca, bu yaklaşım, hisse senetlerinin uzun vadeli eğilimlerini ve kısa vadeli dalgalanmalarını anlamak için de kullanışlıdır. Hisse senedi fiyatlarının gelecekte nasıl hareket edeceğine dair daha iyi tahminlerde bulunulmasını sağlar, böylece riskler daha iyi yönetilir ve yatırımcılar için daha güvenilir bilgiler sunar. Bu tür bir analiz, piyasalardaki belirsizliklerle başa çıkmak için kritik bir araç haline gelir ve finansal kararların daha sağlam temellere dayanmasını sağlar.

Hisse senedi fiyatlarındaki değişimler, Markov zincirinin durum uzayında tanımlanan üç farklı durum arasında gerçekleşen geçişlerle modellenmiştir. Örneğin, bir hisse senedinin değeri önceki güne göre azalmışsa (durum 1'de iken), bir sonraki gün de değerinin düşmesi (durum 1'de kalması) bu hisse senedi için 1. durumdan 1. duruma geçiş olarak gösterilmektedir. Aynı şekilde, eğer hisse senedi fiyatı bir gün önce sabit kalmışsa (durum 2'de), bir sonraki gün yine sabit kalması (durum 2'de kalması) bu senet için 2. durumdan 2. duruma geçişi temsil eder. Üçüncü bir senaryo olarak, hisse senedi fiyatı önceki gün artmışsa (durum 3'te), ve bir sonraki gün de artış gösteriyorsa (durum 3'te kalması), bu 3. durumdan 3. duruma geçiş anlamına gelir. Bu modelleme, her bir hisse senedinin günlük fiyat değişimlerini belirli durumlar arasındaki geçiş olasılıkları üzerinden analiz ederek, yatırımcıların ve finansal analistlerin daha bilinçli ve stratejik kararlar almalarına yardımcı olur.

Geçiş olasılıkları, fiyat değişimlerinin sadece mevcut duruma bağlı olarak değerlendirildiği ve geçmişin doğrudan etkili olmadığı bir çerçevede, gelecekteki hareketlerin olasılıklarını hesaplamak için kullanılır. Bu yaklaşım, piyasalardaki belirsizlikleri daha iyi yönetmek ve yatırım stratejilerini optimize etmek için kritik bir araçtır.

Markov zinciri olarak modellenen stokastik süreçlerde, bir zaman diliminden sonraki zaman dilimine geçişler, değişme eğilimlerini yansıtan koşullu olasılıklarla ifade edilir; bu olasılıklar geçiş olasılıkları olarak adlandırılır. Tüm durumlar arası

geçiş olasılıklarının elde edilmesi veya hesaplanması sonucunda, bu olasılıklar bir geçiş olasılıkları matrisi oluşturur.

Çalışmada incelenen stokastik süreç, hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatlarındaki değişimleri kapsadığından, analiz edilen zaman dilimi bir gündür. Bu bağlamda, durumlar arasındaki geçiş olasılıkları, bir önceki günün kapanış fiyatına bağlı olarak hisse senedinin değer kaybetmesi, aynı değerde kalması veya değer kazanması durumlarına dayanarak, ertesi gün de bu durumlardan birini gösterme olasılıklarını ifade eder. Bu süreçte, her bir kapanış fiyatı, bir önceki kapanış fiyatının bir fonksiyonu olarak ele alınır ve bu fiyatın nasıl değişeceği olasılık dağılımları ile belirlenir.

Dolayısıyla, hisse senedinin belirli bir günkü kapanış fiyatı, geçmiş fiyat bilgisine bağlı olarak gelecekteki fiyat hareketlerinin olasılıklarını yansıtan bir stokastik modelin parçasıdır. Örneğin, bir hisse senedinin değeri bir önceki güne kıyasla düşmüşse (durum $i=1$), bu hisse senedinin takip eden günü de değer kaybıyla bitirmesi olasılığı, koşullu olasılık denklemi (1)'den yola çıkarak belirlenir ve bu durum, 1. durumdan 1. duruma geçiş olasılığı (p_{11}) olarak adlandırılır. Aynı şekilde, hisse senedinin değeri bir önceki gün sabit kaldıysa (durum $i=2$), bir sonraki gün de sabit kalması olasılığı (p_{22}) olarak ifade edilir. Eğer hisse senedi değeri artmışsa (durum $i=3$), bir sonraki gün de değer artışıyla kapanması olasılığı (p_{33}) olarak tanımlanır. Bu geçiş olasılıkları matrisi, her bir hisse senedinin fiyat değişimlerinin dinamiklerini ve olasılıklarını detaylı bir şekilde modelleyerek, yatırımcılar ve finansal analistler için önemli bilgiler sağlar.

Yatırımcılar, bu matrisi kullanarak hisse senetlerinin kısa ve uzun vadeli davranışlarını tahmin edebilir ve stratejik kararlar alabilirler. Markov zincirleri, belirsizliklerin analizlere dahil edilmesi sayesinde, deterministik yöntemlere kıyasla daha esnek ve gerçekçi bir bakış açısı sunar, bu da yatırım kararlarının daha bilinçli ve rasyonel bir şekilde verilmesini sağlar. Buna ilişkin ifade Denklem 8'de verilmektedir.

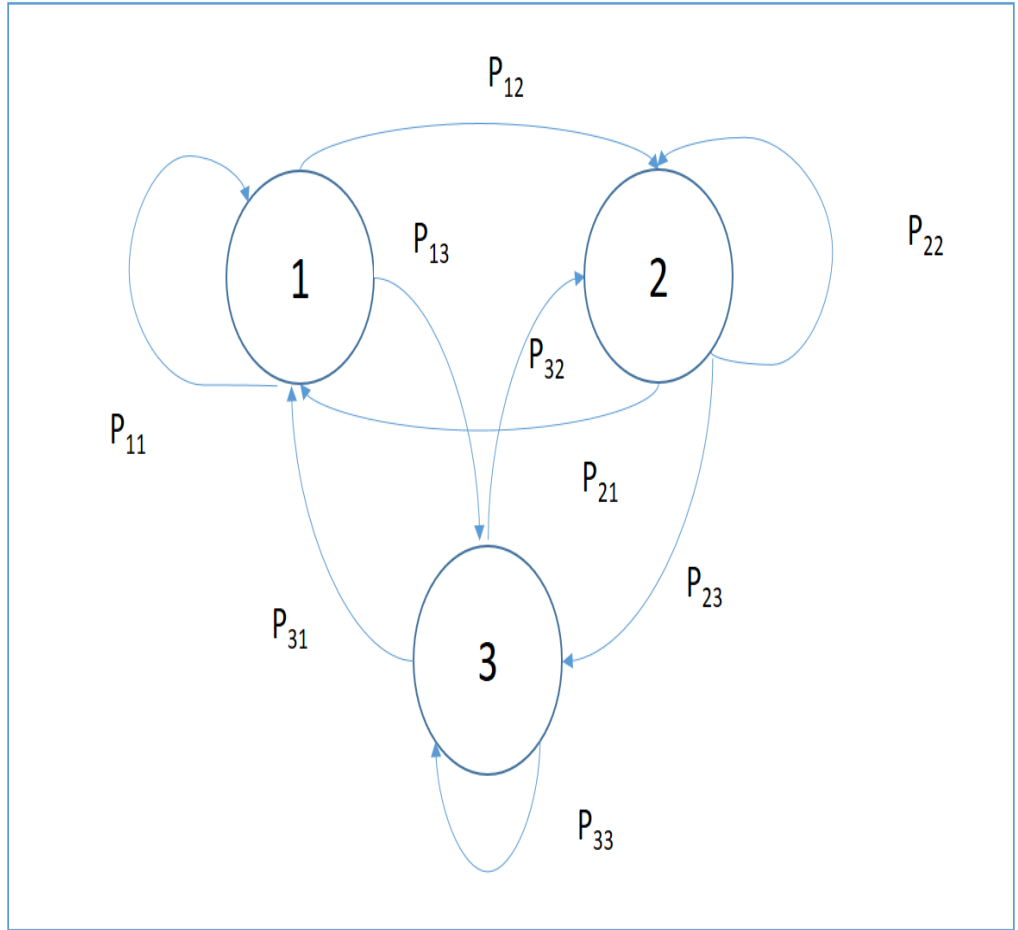
$$P(X_{t+1} = j | X_t = i) = p_{ij} \quad (i = 1, j = 1 \in S = \{1,2,3\}) \quad (8)$$

Yukarıda belirtilen koşullu olasılıklar, tüm durumların geçiş olasılıkları matrisiyle ifade edilmektedir. Hisse senedi fiyat değişimlerini modellemek için durum

uzayında üç farklı durum bulunduğundan, 3x3 boyutundaki geçiş olasılıkları matrisi oluşturulmakta ve P matrisi Denklem 9’da verildiği şekilde gösterilmektedir:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Şekil 5’te matrisin grafik gösterimi verilmiştir.



Şekil 5. Denklemin Grafik Gösterimi

Bu matriste, p_{ij} , hisse senedinin i durumundan j durumuna geçiş olasılığını ifade etmektedir. Örneğin, p_{11} hisse senedinin bir gün boyunca değer kaybetmesi durumundan (durum 1) ertesi gün de aynı durumda kalma olasılığını; p_{12} , hisse senedinin bir gün değer kaybetmesi durumundan ertesi gün değerinin aynı kalma durumuna geçiş olasılığını göstermektedir. Bu şekilde tüm durumlar arası geçiş olasılıkları matriste belirtilmiştir (Özdemir ve Demirelli, 2015).

BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi kapsamındaki 25 firma için ayrı ayrı geçiş olasılıkları matrisi oluşturulacak ve böylece 25 farklı matris elde edilecektir. Hesaplamalar QM for Windows yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Markov zincirindeki geçişler, bir önceki gün durumu ($i=1, 2, 3$) yani değer azalması, sabit kalma veya değer artışı durumlarından biri iken, bir sonraki gün de $j=1, 2, 3$ durumlarından birinde olma olasılığını ifade ettiğinden, bu geçişlere ilişkin frekanslar fark değişkeni kullanılarak hesaplanmıştır. Örneğin, farkın art arda iki gün negatif olması, hisse senedinin değer kaybettiği bir günden (durum 1) ertesi gün de değer kaybetmeye devam ettiği (durum 1'den durum 1'e geçiş) anlamına gelir. Benzer şekilde, farkın art arda günler boyunca sırasıyla negatif ve sıfır olması, değeri düşen bir hisse senedinin ertesi gün fiyatının sabit kaldığını gösterir. Farkın negatiften pozitive dönmesi ise, bir gün önce değer kaybeden hisse senedinin ertesi gün değer kazandığını ifade eder. Aynı şekilde, fiyatın sabit kalması ve artması durumları için de veriler bu yöntemle analiz edilmiştir.

Bu bağlamda, endekste yer alan BIMAS kodlu hisse senedinin geçiş olasılıklarının hesaplanma yöntemi ele alınacaktır. İlk olarak, hisse senedinin günlük kapanış fiyatları arasındaki farklar hesaplanmıştır.

Bu farklar kullanılarak, ardışık günlerde meydana gelen azalma, sabit kalma ve artış durumlarının birbirini nasıl takip ettiği belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda, hisse senedinin kapanış fiyatlarındaki değişimlerin sıklığına ve bu değişimlerin ardışık günlerdeki davranışlarına dair detaylı veriler elde edilmiştir. Böylece, hisse senedinin bir gün değer kaybedip ertesi gün de değer kaybetmeye devam etme olasılığı, bir gün sabit kalıp ertesi gün artma olasılığı gibi geçiş olasılıkları belirlenmiştir.

Frekans dağılımı incelendiğinde, hisse senedi fiyatının azaldığı 553, sabit kaldığı 22 ve yükseldiği 671 veri olduğu tespit edilmiştir. Excel fonksiyonları kullanılarak, bu fiyat değişimlerinin birbirini nasıl takip ettiği, yani hangi durumdan hangi duruma ne sıklıkla geçiş yapıldığı analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda, geçişlerin frekans dağılımı ortaya çıkarılmıştır. Ulaşılan frekans değerleri, her bir durumun toplam frekansına oranlanarak, durumlar arası geçiş olasılıkları hesaplanmıştır. Tablo 7.'de bu frekanslar ve olasılık değerleri detaylı olarak sunulmuştur.

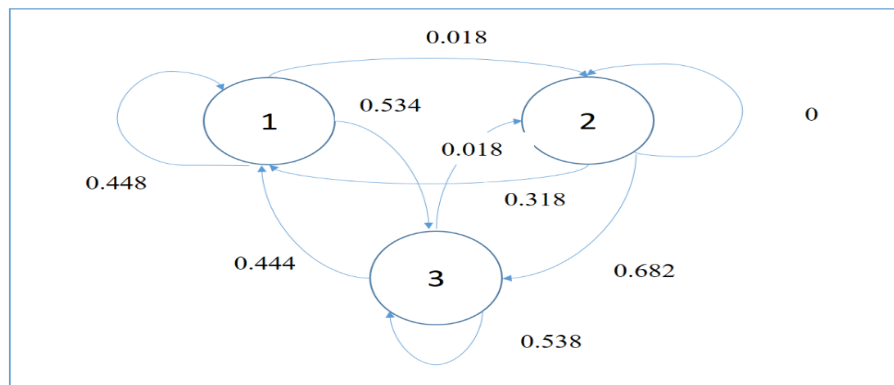
Tablo 7. Geçiş Olasılıklarının Hesaplanması

		<i>Düşüş</i> (<i>j=1</i>)	<i>Sabit Kalma</i> (<i>j=2</i>)	<i>Yükseliş</i> (<i>j=3</i>)	<i>Toplam</i>
Düşüş (<i>i=1</i>)	<i>Frekans</i>	248	10	296	554
	<i>Olasılık</i>	0.448	0.018	0.534	1
Sabit Kalma (<i>i=2</i>)	<i>Frekans</i>	7	0	15	22
	<i>Olasılık</i>	0.318	0.0	0.682	1
Yükseliş (<i>i=3</i>)	<i>Frekans</i>	298	12	361	671
	<i>Olasılık</i>	0.444	0.018	0.538	1

Üstteki tabloda verilen koşullu olasılık değerleri, geçiş olasılıkları matrisi biçiminde oluşturulduğunda, BIMAS sembolü hisse senedinin fiyat hareketlerine ait matris aşağıda Denklem 10’da sunulmaktadır.

$$P_{\text{BIMAS}} = \begin{vmatrix} 0.448 & 0.018 & 0.534 \\ 0.318 & 0.000 & 0.682 \\ 0.444 & 0.018 & 0.538 \end{vmatrix} \quad (10)$$

Şekil 6’da grafik gösterimi sunulmaktadır.



Şekil 6. BIMAS Değişim Matrisi Grafik Gösterimi

Yapılan geçiş olasılıkları matrisini incelediğimizde, her durum için en yüksek olasılıklı geçişlerin şu şekilde olduğunu görüyoruz: Önceki gün değeri düşen bir hisse

senedinin, ertesi gün de düşme olasılığı %44,8'tür. Değeri sabit kalan bir hisse senedinin, ertesi gün yükselme olasılığı %68,2 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, bir önceki gün değeri artan bir hisse senedinin, ertesi gün düşme olasılığı %44,4 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. BIST XUSD25 Hisse Senetleri Geçiş Olasılıkları

P_{AKBNK}	1	2	3	P_{AKCNS}	1	2	3
1	0.470	0.036	0.494	1	0.462	0.024	0.514
2	0.467	0.067	0.467	2	0.379	0.034	0.586
3	0.476	0.034	0.489	3	0.475	0.022	0.503
P_{ARCLK}	1	2	3	P_{BIMAS}	1	2	3
1	0.436	0.012	0.552	1	0.448	0.018	0.534
2	0.353	0.118	0.529	2	0.318	0.000	0.682
3	0.472	0.012	0.516	3	0.444	0.018	0.538
P_{CIMSA}	1	2	3	P_{DOAS}	1	2	3
1	0.448	0.071	0.480	1	0.514	0.008	0.478
2	0.291	0.209	0.500	2	0.312	0.000	0.688
3	0.432	0.081	0.487	3	0.443	0.016	0.541
P_{DOHOL}	1	2	3	P_{ENJSA}	1	2	3
1	0.439	0.063	0.498	1	0.438	0.034	0.529
2	0.366	0.151	0.484	2	0.395	0.132	0.474
3	0.435	0.073	0.492	3	0.461	0.022	0.518
P_{ENKAI}	1	2	3	P_{HALKB}	1	2	3
1	0.431	0.030	0.538	1	0.458	0.035	0.507
2	0.333	0.095	0.571	2	0.419	0.047	0.535
3	0.471	0.034	0.495	3	0.502	0.031	0.467

P_{ISCTR}	1	2	3	P_{KCHO}	1	2	3
1	0.372	0.146	0.482	1	0.451	0.013	0.536
2	0.333	0.285	0.382	2	0.471	0.059	0.471
3	0.415	0.140	0.445	3	0.439	0.013	0.547
P_{MAVI}	1	2	3	P_{MGROS}	1	2	3
1	0.461	0.044	0.495	1	0.441	0.016	0.543
2	0.431	0.039	0.529	2	0.368	0.000	0.632
3	0.426	0.039	0.535	3	0.454	0.015	0.531
P_{PETKM}	1	2	3	P_{PGSUS}	1	2	3
1	0.451	0.048	0.501	1	0.497	0.013	0.489
2	0.420	0.000	0.580	2	0.333	0.000	0.667
3	0.450	0.036	0.514	3	0.456	0.006	0.537
P_{SAHOL}	1	2	3	P_{SISE}	1	2	3
1	0.430	0.021	0.549	1	0.438	0.022	0.539
2	0.579	0.000	0.421	2	0.486	0.054	0.459
3	0.476	0.011	0.514	3	0.494	0.035	0.471
P_{SKBNK}	1	2	3	P_{TCELL}	1	2	3
1	0.388	0.180	0.432	1	0.462	0.021	0.517
2	0.340	0.343	0.317	2	0.269	0.000	0.731
3	0.408	0.179	0.412	3	0.480	0.022	0.498
P_{TKFEN}	1	2	3	P_{TOASO}	1	2	3
1	0.475	0.012	0.514	1	0.447	0.013	0.540
2	0.438	0.000	0.562	2	0.438	0.000	0.562
3	0.476	0.014	0.510	3	0.436	0.013	0.551

P_{TSKB}	1	2	3	P_{TTRAK}	1	2	3
1	0.401	0.148	0.451	1	0.429	0.015	0.557
2	0.317	0.261	0.422	2	0.474	0.053	0.474
3	0.428	0.104	0.468	3	0.447	0.015	0.538
P_{ZOREN}	1	2	3				
1	0.416	0.149	0.435				
2	0.355	0.274	0.371				
3	0.443	0.123	0.434				

Geçiş olasılıklarının hesaplanma süreci şu adımları içerir:

Durumların Tanımlanması: İlk adımda, hisse senedinin alabileceği farklı durumlar tanımlanır. Örneğin, bir hisse senedi için üç temel durum olabilir: fiyat düşüşü (Durum 1), fiyatın sabit kalması (Durum 2), ve fiyat artışı (Durum 3). Bu durumlar, hisse senedinin kapanış fiyatının bir önceki güne göre nasıl değiştiğini gösterir.

Geçiş Frekanslarının Hesaplanması: Her bir durumdan diğerine geçişlerin sayısı belirlenir. Örneğin, bir hisse senedinin bir gün fiyatı düşmüşse (Durum 1) ve ertesi gün tekrar fiyatı düşmüşse (Koşul 1'den Koşul 1'e geçiş), bu durum geçiş frekansı olarak kaydedilir. Benzer şekilde, bir gün fiyat sabit kalmış (Durum 2) ve bir sonraki gün artmışsa (Durum 3), bu da Durum 2'den Durum 3'e bir geçiş olarak hesaplanır. Bu işlem, hisse senedinin izlenen dönem boyunca tüm durumlar için tekrarlanır.

Geçiş Olasılıklarının Hesaplanması: Geçiş frekansları belirlendikten sonra, bu frekanslar toplam geçiş sayısına bölünerek geçiş olasılıkları hesaplanır. Örneğin, bir hisse senedinin 10 kez Durum 1'de olduğu ve bu 10 durumda 6 kez Durum 1'de kaldığı (yani fiyatın düşmeye devam ettiği) varsayılırsa, Durum 1'den Durum 1'e geçiş olasılığı $6/10 = 0.60$ olarak hesaplanır. Benzer şekilde, diğer durumlar arasındaki geçiş olasılıkları da hesaplanır.

Geçiş Olasılıkları Matrisinin Oluşturulması: Tüm geçiş olasılıkları hesaplandıktan sonra, bu olasılıklar bir matris formatında düzenlenir. Bu matris, her bir satır ve sütunun hisse senedinin belirli bir durumunu temsil ettiği kare bir matristir. Örneğin, üç durumlu bir sistem için 3x3 boyutunda bir matris oluşturulur. Bu matrisin her bir hücresi, bir durumdan diğerine geçiş olasılığını gösterir. Matrisin satırlarının toplamı her zaman 1'e eşit olmalıdır, çünkü bir durumdan bir diğerine geçiş olasılıklarının toplamı tüm olası sonuçları kapsar.

Bu geçiş olasılıkları matrisi, hisse senetlerinin gelecekteki fiyat hareketlerini modellemek ve tahmin etmek için kullanılır. Uzun vadede, bu matris kullanılarak denge durumu olasılıkları hesaplanabilir ve yatırımcılar için beklenen getiri oranları belirlenebilir.

Tofaş (TOASO) hisse senedi için artıştan artışa geçiş olasılığı %55.1 (0.551) ile en yüksek değere sahiptir. Bu, TOASO hisse senedi için fiyatın bir gün artış göstermesinin ardından bir sonraki gün de artış eğiliminde olma olasılığının en fazla olduğu anlamına gelir. Bu hisse, piyasada pozitif bir ivme yakaladığında artış trendini sürdürme eğilimi göstermektedir.

Düşüş gösterdiği günün ardından tekrar düşüş yaşama olasılığı en yüksek hisse senedi, %51.4 (0.514) olasılıkla Doğu Otomotiv (DOAS) hisse senedi olarak öne çıkıyor. Bu oran, DOAS'ın hisse senedi ardışık günlerde düşüş eğilimi göstermesi durumunda, düşüş trendinin devam etme olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir.

Sabit kaldığı günün ardından tekrar sabit kalma olasılığı en yüksek olan hisse senedi ise %21.5 (0.215) ile Şekerbank (SKBNK) hisse senedi olarak belirlenmiştir. Bu da SKBNK hisse senedi için fiyatın sabit kalma olasılığının diğer hisselerle göre nispeten yüksek olduğunu ifade eder.

Bir gün düşüş gösteren bir hissenin ertesi gün artış göstermesi olasılığı en yüksek olan hisse senedi Arçelik (ARCLK) olup, bu geçiş olasılığı %55.2 (0.552) olarak hesaplanmıştır. Bu durum, ARCLK hisse senedi için düşüşün ardından hızlı bir toparlanma eğilimi olduğunu ve fiyatın bir geri dönüş yapma olasılığının yüksek olduğunu gösterir. Yatırımcılar, bu tür hareketlerden yararlanarak kısa vadeli alım-satım stratejileri geliştirebilir.

Bir gün artış gösteren bir hissenin ertesi gün düşüş göstermesi olasılığı en yüksek olan hisse senedi Halkbank (HALKB) olup, bu olasılık %55.2 (0.552) olarak belirlenmiştir. Bu, HALKB için pozitif fiyat hareketleri sonrasında genellikle bir düzeltme veya kar realizasyonu yaşanma olasılığının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bilgi, yatırımcıların bu hisse senedi için dikkatli olmalarını ve fiyat artışlarının ardından potansiyel düşüşleri göz önünde bulundurmalarını gerektirir.

Artış gösteren bir günün ardından sabit bir durumda kalma olasılığı en yüksek olan hisse senedi Şekerbank (SKBNK) olup, bu olasılık %17.9 (0.179) olarak hesaplanmıştır. Bu durum, SKBNK'nın fiyatının yükseliş eğilimi gösterdikten sonra bir süre sabit kalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Yatırımcılar, bu tür bir eğilimdeki hisse senetlerinde fiyatın bir süre daha stabil kalacağını düşünerek pozisyonlarını ona göre ayarlayabilirler.

4.2. Uzun Dönemli Beklenen Getiri ve Denge Durumu Olasılıklarının Hesaplanması

Hisse senetlerindeki uzun vadeli düşüş, sabit kalma ve yükseliş yönelimlerini saptamak amacıyla, Markov zincirleri analizinde kullanılan rastgele sürecin uzun vadeli eğilimini gösteren denge olasılıkları incelenmiştir.

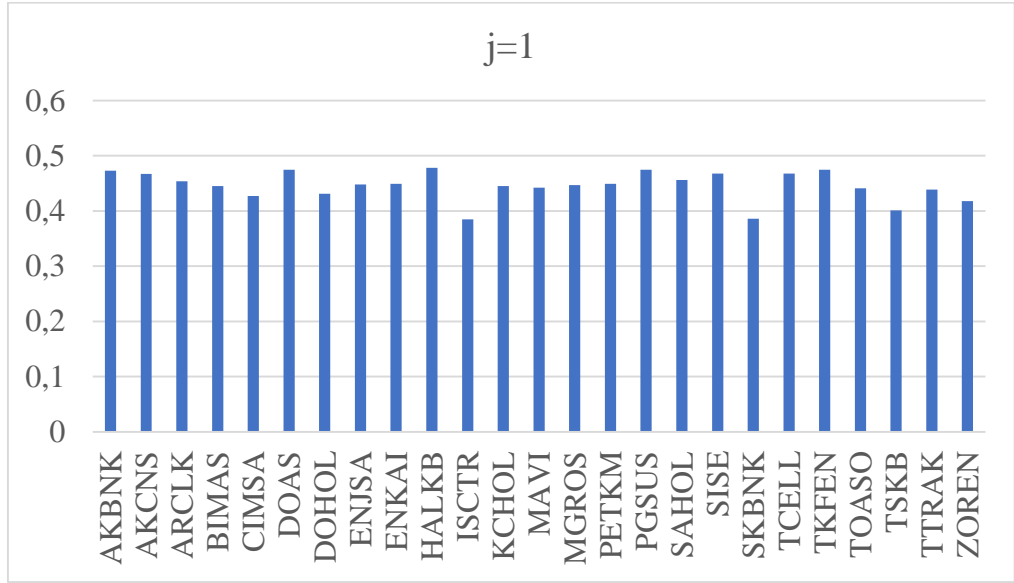
Üçüncü kısımda da vurgulandığı gibi, gerekli niteliklere sahip ergodik Markov zincirleri, süreç yeterli sayıda geçiş gerçekleştirdiğinde dengeye ulaşır ve başlangıç konumundan bağımsız olarak, her durumda bulunma olasılıkları sabitlenir. İncelenen hisseler için denge olasılıkları, geçiş ihtimalleri matrislerinin kuvvetleri alınarak hesaplanmış ve bu işlemde QM for Windows yazılımı kullanılmıştır. Tüm hisseler için hesaplanan denge durumu olasılıkları Tablo 9.'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Hisse Senetlerinin Uzun Vadeli Denge Olasılıkları

Hisse Senedi Kodu	Düşüş (j=1)	Sabit Kalma (j=2)	Yükseliş (j=3)	Hisse Senedi Kodu	Düşüş (j=1)	Sabit Kalma (j=2)	Yükseliş (j=3)
AKBNK	0.473	0.036	0.491	MGROS	0.447	0.015	0.538
AKCNS	0.467	0.023	0.510	PETKM	0.449	0.040	0.511
ARCLK	0.454	0.014	0.532	PGSUS	0.475	0.010	0.516
BIMAS	0.445	0.018	0.538	SAHOL	0.456	0.015	0.528
CIMSA	0.427	0.088	0.485	SISE	0.468	0.030	0.503
DOAS	0.475	0.012	0.513	SKBNK	0.386	0.215	0.399
DOHOL	0.431	0.075	0.494	TCELL	0.468	0.021	0.512
ENJSA	0.448	0.030	0.521	TKFEN	0.475	0.013	0.512
ENKAI	0.449	0.035	0.517	TOASO	0.441	0.013	0.546
HALKB	0.478	0.034	0.488	TSKB	0.401	0.144	0.455
ISCTR	0.385	0.166	0.449	TTRAK	0.439	0.015	0.545
KCHOL	0.445	0.014	0.541	ZOREN	0.418	0.158	0.424
MAVI	0.442	0.041	0.517				

Tablo 9.'da yer alan hisse senetlerinin uzun vadeli denge durumu olasılıklarına bakıldığında, en fazla yükseliş olasılığına sahip hisseler %53.8 ile MGROS (Migros Ticaret A.Ş.) ve BIMAS (BİM Mağazalar A.Ş.) olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık, en yüksek düşüş olasılığı %47.8 ile HALKB (Halkbank) hisse senedi için hesaplanmıştır. Diğer yandan, fiyatının sabit kalma ihtimali en yüksek olan hisse %21.5 ile SKBNK (Şekerbank) olarak belirlenmiştir. Bu veriler, hisse senetlerinin gelecekteki performanslarını tahmin etmek için kritik bilgiler sunarken, yatırımcıların

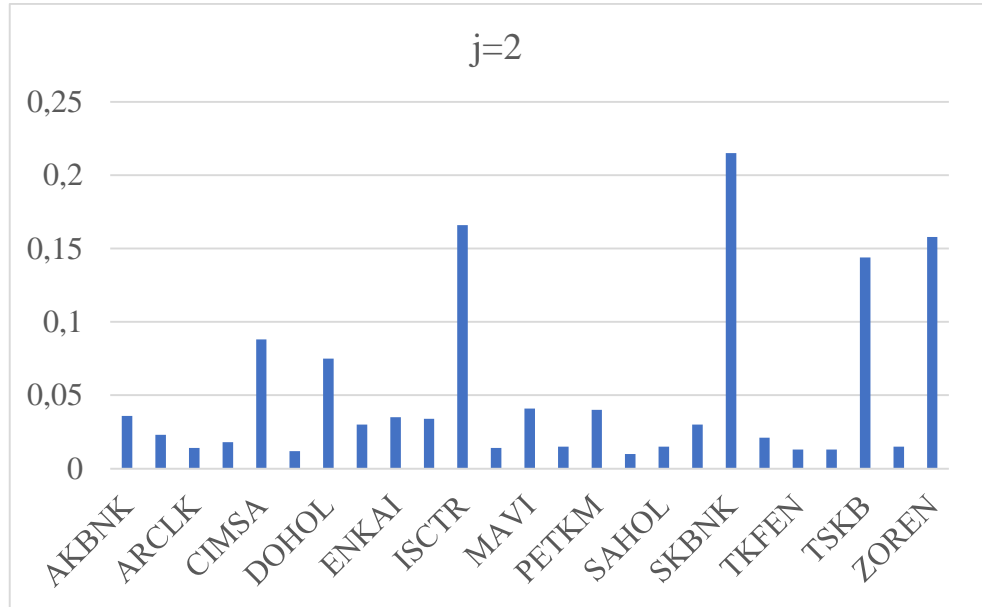
risk ve getiri beklentilerini daha doğru bir şekilde yönetmelerine yardımcı olabilir. Düşüş grafiği Şekil 7’de verilmektedir.



Şekil 7. j=1 Düşüş Grafiği

J=1 (Düşüş) Durumu: Sayfa 54’te yer alan verilere göre, J=1 (düşüş) durumu için en yüksek denge olasılığına sahip hisseler şunlardır:

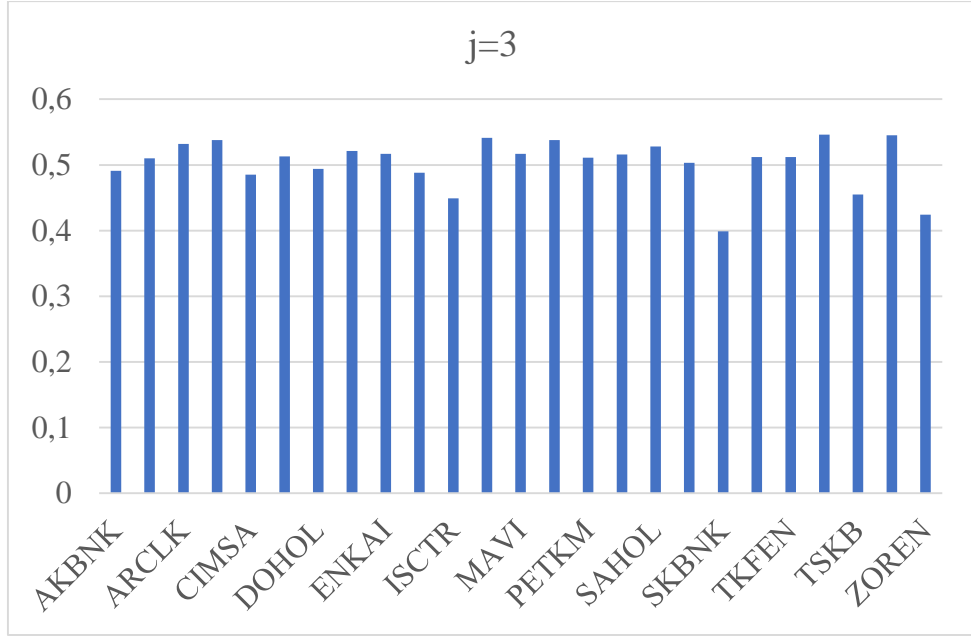
Bu veriler, özellikle HALKB, AKBNK, DOAS, PGSUS ve TKFEN GİBİ hisse senetlerinin düşüş durumu olasılıklarının diğer hisse senetlerine göre daha yüksek olduğunu ve bu nedenle düşüş dönemlerinde eğilimin devam etme potansiyelinin büyük olduğunu gösterir. Sabit kalma grafiği Şekil 8’de verilmektedir.



Şekil 8. j=2 Sabit Kalma Grafiği

J=2 (Sabit Kalma) Durumu: Sabit kalma (J=2) durumu için en yüksek denge olasılığına sahip hisseler değerlendirilmiştir.

Bu sonuçlara göre, SKBNK sabit kalma eğiliminde olan hisseler arasında en yüksek olasılığa sahiptir ve fiyatın daha stabil kalma eğiliminde olduğunu gösterir. Artış grafiği Şekil 9'da verilmektedir.



Şekil 9. j=3 Artış Grafiği

J=3 (Artış) Durumu: Artış gösteren (J=3) durumunda en yüksek olasılığa sahip hisseler:

Bu veriler, TOASO, TTRAK, KCHOL hisse senetlerinde artış gösterdiği günlerde bu eğilimini sürdürme olasılığının diğer hisse senetlerine göre daha yüksek olduğunu ve pozitif ivme yakaladığında artış eğilimini devam ettirme potansiyelinin güçlü olduğunu gösterir.

Hisse senetlerinin uzun vadeli beklenen getirisini hesaplamak amacıyla Tablo 9. 'da belirtilen denge durumu olasılıkları kullanılmıştır. Bunun hesaplanmasında, tüm hisseler için 1246 iş günlük veriler gözden geçirilmiş ve günlük değişim oranları belirlenmiştir. Günlük düşüş ve artış oranlarının ortalamaları hesaplanarak, her hisse senedi için ortalama düşüş ve yükseliş oranları belirlenmiştir. Bu hesaplamaların sonuçları Tablo 9.'da sunulmaktadır. Tablo 10.'da yer alan değişim yüzdeleri kullanılarak, bir yatırımcının belirli bir tutar (örneğin 10.000 TL) ile tamamen bir hisse senedine yatırım yapıldığında, hisse senedinin uzun vadede beklenen fiyatı, günlük

değişimlerin etkisi ve denge durumu olasılıklarının ağırlıklı ortalaması kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu durumda BIMAS etiketi taşıyan hisse senedi için denge durumu olasılıklarını gösteren denge durum vektörü $\pi = [0,445 \ 0,018 \ 0,538]$ olarak oluşturulmaktadır. Hisse senedinin 60 aylık kapanış fiyatlarıyla belirlenen ortalama azalma yüzdesi %1,56, fiyat artış yüzdesi ise %1,75 bulunmuştur. Ortalama artış yüzdesi (%1,75) ve ortalama azalma yüzdesi (%1,56) hesaplamasında, ilk olarak 60 aylık kapanış fiyatları toplanır; bu fiyatlar, her bir ay için hisse senedinin kapanış fiyatını temsil eder. Aylık kapanış fiyatlarına göre, bir önceki aya kıyasla fiyat artışı veya azalışı yüzdesel olarak hesaplanır; örneğin, bir ayın kapanış fiyatı önceki aya göre artmışsa bu artış yüzdesi, azalmışsa azalış yüzdesi belirlenir. Yüzde değişimi hesaplamak için, “(Yeni Fiyat - Eski Fiyat) / Eski Fiyat x 100” formülü kullanılır. Her bir aylık yüzde değişimi (hem artış hem de azalış) hesaplandıktan sonra, 60 ay boyunca elde edilen tüm artış ve azalış yüzdeleri toplanır. Ortalama artış yüzdesi (%1,75), 60 aylık dönemdeki tüm artış yüzdelerinin ortalaması alınarak elde edilirken; ortalama azalma yüzdesi (%1,56) ise aynı dönemdeki tüm azalış yüzdelerinin ortalaması alınarak hesaplanır.

Bu bağlamda, bu hisseye yatırılan 10.000 TL'nin ortalama düşüş yüzdesiyle 9.844 TL ve yükseliş yüzdesiyle de 10.175 TL değerine ulaşması tahmin edilmektedir. Hisse senedi fiyat dalgalanmalarından elde edilen bu oranlar, durağan durum vektöründeki olasılıklarla çarpılarak, hisse senedinin birim zamandaki, yani günlük tahmini fiyatı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Öngörülen Getiri

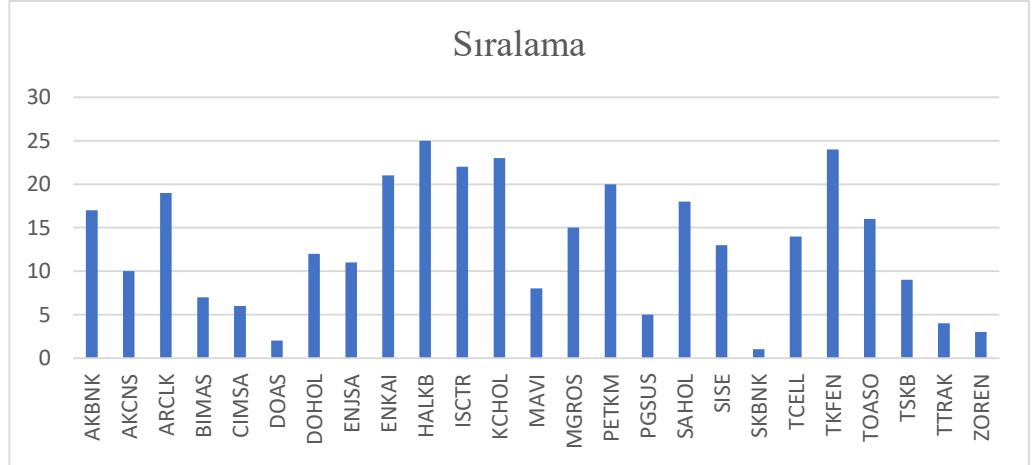
$$= (0,445 * 9844) + (0,018 * 10000) + (0,538 * 10175) = 10.034,73 \text{ TL.}$$

Bu şekilde, parasal büyüklükler denge pozisyonu ihtimalleri dikkate alınarak tüm hisseler için uzun vadeli fiyatlar hesaplanmıştır. Hisse senetlerinin uzun vadeli fiyatlarına göre sıralaması Tablo 10.'da sunulmuştur.

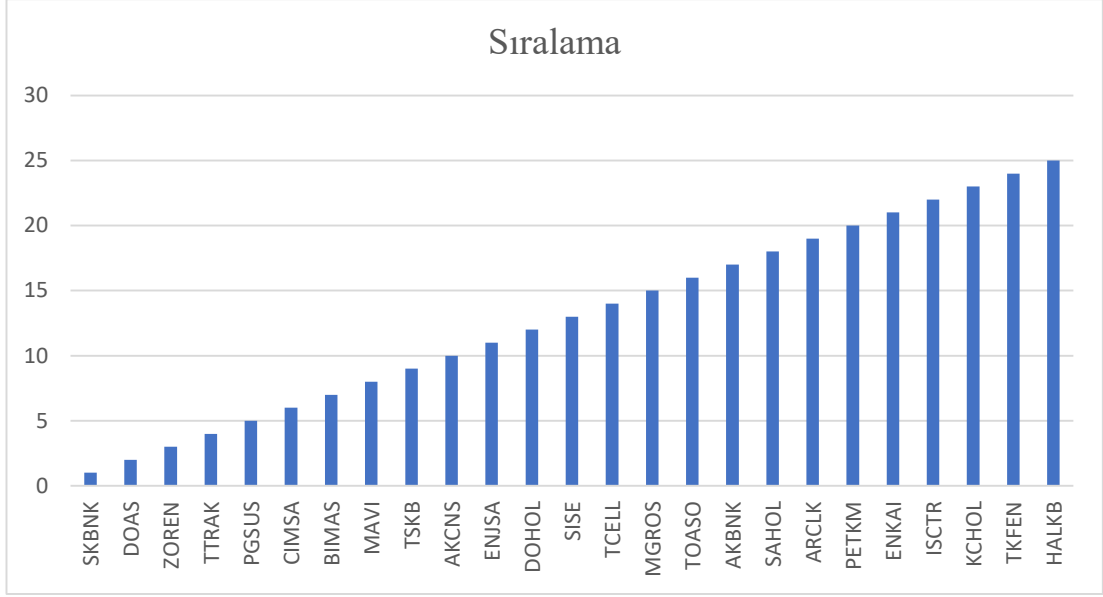
Tablo 10. Hisse Senetleri Değişim Oranları ve Beklenen Fiyatlar

<i>Hisse Senedi Kodu</i>	% Fark		Değer (TL)		Hisse Senedinin Olası Getirisi	Sıralama
	Düşüş	Yükseliş	Düşüş	Yükseliş		
AKBNK	1.88	2.33	9811	10232	10.025,48	17
AKCNS	2.06	2.51	9794	10251	10.031,81	10
ARCLK	1.76	1.96	9824	10196	10.024,37	19
BIMAS	1.56	1.75	9844	10175	10.034,73	7
CIMSA	2.20	2.66	9780	10266	10.035,07	6
DOAS	2.30	3.01	9770	10301	10.050,05	2
DOHOL	2.11	2.38	9789	10238	10.030,55	12
ENJSA	1.72	1.99	9828	10199	10.031,66	11
ENKAI	1.79	1.99	9821	10199	10.022,95	21
HALKB	1.98	2.24	9801	10224	10.016,75	25
ISCTR	2.34	2.63	9766	10263	10.022,66	22
KCHOL	1.75	1.93	9825	10193	10.020,61	23
MAVI	1.90	2.20	9810	10220	10.034,72	8
MGROS	1.78	2.11	9822	10211	10.028,47	15
PETKM	2.01	2.15	9799	10215	10.023,69	20
PGSUS	2.19	2.69	9781	10269	10.035,94	5
SAHOL	1.68	1.94	9832	10194	10.025,14	18

<i>Hisse Senedi Kodu</i>	% Fark		Değer (TL)		Hisse Senedinin Olası Getirisi	Sıralama
	Düşüş	Yükseliş	Düşüş	Yükseliş		
SISE	1.70	2.03	9830	10203	10.030,28	13
SKBNK	2.65	3.10	9735	10310	10.053,19	1
TCELL	1.73	1.99	9827	10199	10.029,52	14
TKFEN	2.08	2.18	9792	10218	10.017,48	24
TOASO	1.95	2.13	9805	10213	10.026,58	16
TSKB	2.50	2.82	9750	10282	10.034,55	9
TTRAK	1.86	2.25	9814	10225	10.037,34	4
ZOREN	2.44	2.96	9756	10296	10.038,77	3



Şekil 10. Alfabetik Sıralama



Şekil 11. Hisse Senedi Olası Getiri Grafiği

Tablo 10.'da, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki hisselerin 60 aylık kapanış fiyatları baz alınarak hesaplanan ortalama düşüş ve yükseliş yüzdeleri verilmiştir. Her bir hisse senedinin düşüş ve yükseliş oranları, bu hisselerin uzun vadeli performanslarını tahmin etmeye yönelik önemli bilgiler sunmaktadır.

SKBNK (Şekerbank): Ortalama yükseliş yüzdesi %3.10 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.65 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik bir yatırımın düşüş durumunda yaklaşık 9.735 TL, yükseliş durumunda ise 10.310 TL olması beklenmektedir. SKBNK, bu performansıyla ilk sırada yer almaktadır.

DOAS (Doğuş Otomotiv): Ortalama yükseliş yüzdesi %3.01 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.30 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırımın düşüş durumunda 9.770 TL, yükseliş durumunda ise 10.301 TL olması beklenmektedir. DOAS, bu değerlere dayanarak ikinci sırada yer almaktadır.

ZOREN (Zorlu Enerji): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.96 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.44 olarak belirlenmiştir. 10.000 TL'lik bir yatırımın düşüş durumunda 9.756 TL, yükseliş durumunda ise 10.296 TL olması beklenmektedir. ZOREN, bu performansıyla üçüncü sıradadır.

TTRAK (Türk Traktör): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.25 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.86 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırımda düşüş durumunda 9.814 TL, yükseliş durumunda 10.225 TL olması beklenmektedir. Tarım makineleri sektöründe faaliyet gösteren Türk Traktör, döviz kuru dalgalanmalarına ve tarımsal

gelişmelere duyarlı bir hisse senedidir. Şirketin güçlü tarımsal makine üretimi, sektörün büyüme potansiyeline katkı sağlamaktadır. Türk Traktör hisse senedi dördüncü sıradadır.

PGSUS (Pegasus Hava Yolları) : Ortalama yükseliş yüzdesi %2.69 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.19 hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırımda, düşüş durumunda 9.781 TL, yükseliş durumunda 10.269 TL olması beklenmektedir. Havayolu sektöründe faaliyet gösteren Pegasus, döviz kuru ve akaryakıt fiyatlarındaki dalgalanmalardan oldukça etkilenmektedir. Havacılık sektörü, yüksek operasyonel maliyetler ve global ekonomik dalgalanmalara karşı hassas bir yapıya sahiptir. Pegasus hisse senedi beşinci sırada yer almaktadır.

CIMSA (Çimsa Çimento Sanayi ve Ticaret): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.66 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.20 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırımda düşüş durumunda 9.780 TL, yükseliş durumunda ise 10.266 TL olması beklenmektedir. İnşaat sektöründe faaliyet gösteren Çimsa, özellikle büyük altyapı projeleri ve döviz kuru hareketlerinden etkilenmektedir. Çimento üretimindeki güçlü konumu, şirketin pazar payını artırmasına ve büyüme potansiyeline olumlu katkı yapmaktadır. Çimsa hisse senedi performansı açısından altıncı sırada yer almaktadır.

BIMAS (Birleşik Mağazalar): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.75 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.56 olarak hesaplanmıştır. Eğer 10.000 TL'lik bir yatırım yapılırsa, düşüş durumunda 9.844 TL, yükseliş durumunda ise 10.175 TL olması beklenmektedir. BİM, gıda perakendeciliği alanında düşük maliyetli ürün stratejisiyle ön plana çıkan bir şirkettir. Tüketici harcamalarındaki değişiklikler, şirketin performansını doğrudan etkilemektedir. Kriz dönemlerinde dahi düşük fiyat politikasına bağlı kalan BİM, tüketiciler için her zaman cazip bir seçenek olmuştur. BİM hisse senedi performansı ile yedinci sırada yer almaktadır.

MAVI (Mavi Giyim Sanayi ve Ticaret): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.20 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.90 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.810 TL, yükseliş durumunda 10.220 TL olması beklenmektedir. Mavi, moda ve perakende sektöründe faaliyet göstermekte olup, tüketici harcamaları ve moda trendlerine duyarlıdır. Şirketin uluslararası pazarlara olan açılımı ve geniş müşteri kitlesi, marka değerini güçlendirmektedir. Mavi hisse senedi bu performansıyla sekizinci sırada yer almaktadır.

TSKB (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.82 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.50 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.750 TL, yükseliş durumunda 10.282 TL olması beklenmektedir. Bankacılık sektöründe faaliyet gösteren TSKB, özellikle sanayi ve kalkınma projelerine yönelik kredilendirme yapmaktadır. Ekonomik büyüme ve faiz oranlarına duyarlı olan bu hisse senedi, 9. sırada yer almaktadır.

AKCNS (Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.51 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.06 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.794 TL, yükseliş durumunda ise 10.251 TL olması beklenmektedir. İnşaat ve çimento sektöründe faaliyet gösteren Akçansa, inşaat projelerine olan talep ve döviz kuru dalgalanmalarından etkilenmektedir. Sektörün büyüme potansiyeli ve büyük projelerdeki rolü, şirketin performansını olumlu yönde etkileyebilir. Özellikle büyük altyapı projeleri ve kamu yatırımları bu hisseyi ileri taşımaktadır. Akçansa hisse senedi performans sıralamasında onuncu sıradadır.

ENJSA (Enerjisa Enerji): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.99 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.72 ile nispeten düşük volatiliteye sahip bir hisse senedir. 10.000 TL'lik yatırımda, düşüş durumunda 9.828 TL, yükseliş durumunda 10.199 TL olması beklenmektedir. Enerji sektörü döviz kuru ve global enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara duyarlı olup, Enerjisa da bu faktörlerden etkilenmektedir. Şirketin geniş müşteri ağı ve yenilenebilir enerji yatırımları, uzun vadeli performansını destekleyici faktörlerdir. Bu performansıyla Enerjisa hisse senedi onbirinci sırada yer almaktadır.

DOHOL (Doğan Holding): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.38 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.11 ile istikrarlı bir performans göstermektedir. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.789 TL, yükseliş durumunda ise 10.238 TL olması beklenmektedir. Holding'in medya, enerji ve sanayi gibi farklı sektörlerdeki çeşitlendirilmiş yapısı, hisse senedi fiyatlarında denge sağlar. Farklı sektörlerdeki yatırımları, şirketin kriz dönemlerinde dahi olumlu performans sergilemesine olanak tanımaktadır. Doğan Holding hisse senedi performansı açısından onikinci sırada yer almaktadır.

SISE (Şişecam): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.03 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.70 ile oldukça dengeli bir performans göstermektedir. 10.000 TL'lik yatırımda,

düşüş durumunda 9.830 TL, yükseliş durumunda 10.203 TL olması beklenmektedir. Cam ve kimya sektörlerinde faaliyet gösteren Şişecam, ihracat ağırlıklı çalışmakta ve döviz kuru dalgalanmalarından etkilenmektedir. Şirketin güçlü üretim kapasitesi ve geniş pazar payı, istikrarlı büyüme sağlamaktadır. Şişecam hisse senedi onüçüncü sıradadır.

TCELL (Turkcell): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.99 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.73 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.827 TL, yükseliş durumunda 10.199 TL olması beklenmektedir. İletişim sektöründe faaliyet gösteren Turkcell, nispeten daha istikrarlı bir performans sergilemekte olup, geniş müşteri tabanı ve altyapı yatırımları sayesinde büyümesini sürdürmektedir. Şirketin sürekli gelişen teknolojiye olan yatırımları, uzun vadede güçlü performans beklentilerini artırmaktadır. Turkcell hisse senedi ondördüncü sırada yer almaktadır.

MGROS (Migros Ticaret): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.11 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.78 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik bir yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.822 TL, yükseliş durumunda 10.211 TL olması beklenmektedir. Perakende sektöründe faaliyet gösteren Migros, tüketici harcamalarındaki değişiklikler ve sektördeki rekabet koşullarından etkilenmektedir. Şirketin güçlü market zinciri ve müşteri tabanı, tüketici taleplerine hızla adapte olmasını sağlamaktadır. Migros hisse senedi onbeşinci sıradadır.

TOASO (Tofaş): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.13 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.95 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.805 TL, yükseliş durumunda 10.213 TL olması beklenmektedir. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Tofaş, döviz kuru ve ithalat maliyetlerine karşı hassastır. Şirketin üretim kapasitesi ve global ortaklıkları, uzun vadeli büyüme potansiyelini artırmaktadır. Tofaş hisse senedi onaltıncı sıradadır.

AKBNK (Akbank): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.33 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.88 olarak hesaplanmıştır. Eğer 10.000 TL'lik bir yatırım yapılırsa, düşüş durumunda yaklaşık 9.811 TL, yükseliş durumunda ise 10.232 TL olması beklenmektedir. Bankacılık sektörü genel olarak faiz oranlarındaki değişimlere ve regülasyonlara karşı oldukça duyarlıdır. Akbank, Türkiye'nin en büyük bankalarından biri olarak, ekonomik koşullara hızla tepki verebilen bir yapıya sahiptir. Şirketin geniş

müşteri tabanı ve sağlam finansal yapısı, bu volatiliteye rağmen güvenilir bir yatırım aracı olmasına olanak sağlar. Performans açısından, Akbank hisse senedi onyedinci sırada yer almaktadır.

SAHOL (Sabancı Holding): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.94 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.68 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik bir yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.832 TL, yükseliş durumunda 10.194 TL olması beklenmektedir. Sabancı Holding, bankacılık, enerji, sanayi ve perakende gibi birçok sektörde faaliyet göstermektedir. Şirketin geniş faaliyet yelpazesi, volatil piyasa koşullarına karşı güçlü bir direnç sağlar. Sabancı Holding hisse senedi performansında onsekizinci sırada yer almaktadır.

ARCLK (Arçelik): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.96 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.76 ile nispeten istikrarlı bir performans göstermektedir. 10.000 TL'lik bir yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.824 TL, yükseliş durumunda ise 10.196 TL olması beklenmektedir. Arçelik, dayanıklı tüketim malları sektöründe faaliyet gösterdiği için tüketici talepleri ve teknolojik gelişmelerden etkilenmektedir. Şirket, ulusal ve uluslararası pazarlarda güçlü bir varlık sergilediğinden, teknoloji ve inovasyon yatırımları uzun vadeli büyümeyi desteklemektedir. Arçelik hissesi, ondokuzuncu sırada yer almaktadır.

PETKM (Petkim): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.15 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.01 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırımda, düşüş durumunda 9.799 TL, yükseliş durumunda 10.215 TL olması beklenmektedir. Petrokimya sektöründe faaliyet gösteren Petkim, özellikle döviz kuru dalgalanmalarından ve global enerji fiyatlarından etkilenmektedir. Şirketin güçlü üretim kapasitesi ve ithalata bağımlılığı, hisse senedi fiyatlarına doğrudan yansımaktadır. Petkim hisse senedi performansı ile yirminci sırada yer almaktadır.

ENKAI (Enka İnşaat): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.99 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.79 olarak hesaplanmıştır. Eğer 10.000 TL'lik bir yatırım yapılırsa, düşüş durumunda 9.821 TL, yükseliş durumunda 10.199 TL olması beklenmektedir. İnşaat ve mühendislik projelerine odaklanan Enka, global projelerdeki deneyimi sayesinde büyüme potansiyeline sahip bir şirkettir. Döviz kuru dalgalanmalarına ve uluslararası inşaat projelerine bağımlı olan şirketin performansı bu faktörlere bağlıdır. Enka hisse senedi yirmibirinci sıradadır.

ISCTR (İş Bankası): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.63 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.34 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik bir yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.766 TL, yükseliş durumunda ise 10.263 TL olması beklenmektedir. Türkiye'nin en büyük özel bankalarından biri olan İş Bankası, özellikle faiz oranlarındaki değişimlere ve kredi hacmine duyarlıdır. Şirketin geniş müşteri tabanı ve güçlü sermaye yapısı, hisse fiyatlarındaki dalgalanmalara rağmen uzun vadede pozitif bir trend sergilemesini sağlar. İş Bankası hisse senedi performansı ile yirmiikinci sırada yer almaktadır.

KCHOL (Koç Holding): Ortalama yükseliş yüzdesi %1.93 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.75 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.825 TL, yükseliş durumunda 10.193 TL olması beklenmektedir. Türkiye'nin en büyük holdinglerinden biri olan Koç Holding, enerji, otomotiv, dayanıklı tüketim ve finans gibi çeşitli sektörlerde faaliyet göstermektedir. Şirketin geniş çeşitlendirilmiş yapısı, makroekonomik dalgalanmalara karşı direnç göstermesini sağlar. Koç Holding hisse senedi performansında yirmiüçüncü sıradadır.

TKFEN (Tekfen Holding): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.18 ve ortalama düşüş yüzdesi %2.08 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.792 TL, yükseliş durumunda 10.218 TL olması beklenmektedir. İnşaat ve tarım sektörlerinde faaliyet gösteren Tekfen, döviz kuru dalgalanmalarından ve uluslararası projelere olan bağlılığından etkilenmektedir. Global inşaat projeleri ve tarım alanındaki geniş yatırımları, şirketin büyüme potansiyelini desteklemektedir. Tekfen hisse senedi yirmidördüncü sıradadır.

HALKB (Halkbank): Ortalama yükseliş yüzdesi %2.24 ve ortalama düşüş yüzdesi %1.98 olarak hesaplanmıştır. 10.000 TL'lik bir yatırım yapıldığında, düşüş durumunda 9.801 TL, yükseliş durumunda 10.224 TL olması beklenmektedir. Halkbank, kamu bankası olma özelliğiyle, Türkiye'nin makroekonomik politikalarına ve faiz oranlarına duyarlı bir yapıya sahiptir. Bankacılık sektörü genellikle ekonomik dalgalanmalara karşı hassas olduğundan, Halkbank'ın performansı da bu dalgalanmalarla yakından ilişkilidir. Bu faktörler göz önüne alındığında Halkbank hisse senedi yirmibeşinci sırada yer almaktadır.

Çalışmada, 20.05.2019 - 20.05.2024 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyat verileri kullanılarak, hisse senetlerinin üç ana durumu olan artış, sabit kalma ve düşüş

durumları arasında geçiş olasılıkları hesaplanmış. Her bir hisse senedi için geçiş olasılıkları matrisleri oluşturulmuş ve bu matrisler yardımıyla hisse senetlerinin uzun vadeli getiri potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Analiz sonucunda, BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'ndeki hisselerin önemli bir kısmında uzun vadede pozitif getiri potansiyeli olduğu görülmüştür. Hisse senetlerinin büyük bir bölümü volatil bir yapıda olsa da, özellikle sürdürülebilirlik temalı hisse senetlerinde uzun dönemli değer artış eğilimlerinin güçlü olduğu tespit edilmiştir. Geçiş olasılıkları matrislerinden elde edilen verilere göre, hisse senetlerinin fiyat hareketlerinde genelde artış eğilimi öne çıkmaktadır.

Çalışmanın sayısal sonuçlarına göre, endekste yer alan bazı hisse senetleri için artış durumu olasılıkları %60'ın üzerinde olup, bu hisselerin uzun dönemde pozitif getiriler sağlayacağı öngörülmüştür. Fiyatın sabit kalma olasılığı genellikle düşük çıkmış, bu da hisse senetlerinin dinamik bir yapıya sahip olduğunu ve sürekli bir hareketlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Yatırımcılar açısından, bu bulgular, sürdürülebilirlik endeksine yatırım yapmanın uzun vadede kazançlı bir strateji olabileceğini ve düşük riskle yüksek getiri fırsatları sunabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, BIST Sürdürülebilirlik25 Endeksi'nde yer alan 25 şirketin hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatları, Markov zincirleri kullanılarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu analiz, ilgili hisse senetlerinin belirli bir dönem içerisindeki fiyat hareketlerini ve bu hareketlerin olasılıksal yapısını ortaya koymaktadır. Markov modelleri, her bir hisse senedinin değer değişimlerini belirli durumlar arasında geçiş olasılıkları ile modellemekte ve böylece kısa ve uzun vadeli fiyat hareketlerini tahmin edebilmemizi sağlamaktadır.

Markov zinciri modelinin beklenen fiyatlar üzerine yaptığı tahminler ile piyasanın gerçek fiyatlar arasında belirgin farklar gözlemlenmiştir. Bu durum, modelin sadece geçmiş verilere dayanarak öngörülerde bulunduğunu ve piyasa dinamiklerinin beklenmedik değişikliklerini tam olarak yansıtamayabileceğini göstermektedir. Yatırımcıların, bu modeli diğer tahmin araçları ve piyasa analizi yöntemleri ile birlikte kullanmaları önerilmektedir.

Geçiş olasılıkları analizi, hisse senetlerinin kısa vadeli performans tahminleri açısından yatırımcılara önemli bilgiler sunmaktadır. Örneğin, belirli hisse senetlerinin yüksek volatilité gösterdiği ve artış-düşüş olasılıklarının farklılaştığı gözlemlenmiştir. Uzun vadede ise denge olasılıkları, yatırımcıların hangi hisse senetlerinin daha istikrarlı bir getiri sağlayabileceğini öngörmelerine yardımcı olabilir.

Markov zinciri modeli, belirsizlik altındaki piyasa koşullarında değerli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ancak, modelin gelecekteki fiyatları tahmin etmedeki sınırlamaları da göz ardı edilmemelidir. Özellikle, modelin dışsal faktörleri ve ani piyasa hareketlerini yeterince yansıtmadığı durumlar bulunmaktadır. Bu nedenle, Markov zinciri analizlerinin diğer kantitatif yöntemlerle birleştirilerek kullanılması, tahmin doğruluğunu artırabilir.

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi kapsamında yer alan hisse senetlerinin, beş yıllık kapanış fiyat verileri kullanılarak Markov zincirleri analizine tabi tutulması, sürdürülebilirlik kriterlerinin uzun vadeli etkilerini incelemeye olanak sağlamıştır. Bu sayede, hisse senetlerinin geçiş olasılıkları ve denge durumları beş yıllık verilerle daha sağlam bir temelde hesaplanmıştır. Benzer çalışmalardan, Özdemir ve Demirelli

(2018)'nin çalışması, BIST Teknoloji Endeksi'nde yer alan hisse senetleri üzerine odaklanmış ve sadece bir yıllık veriyi analiz ederek günlük fiyat değişimlerini modellemiştir. Bu durum, teknolojik hisselerdeki kısa vadeli fiyat oynaklıklarını daha iyi anlamaya olanak tanırken, uzun vadeli analizlerin eksik kalmasına yol açmaktadır.

Her iki çalışma da Markov Zincirleri ve denge durumu olasılıkları üzerine odaklanmıştır. Ancak benim çalışmamda, beş yıllık verilerin kullanılması, hisse senetlerinin gelecekteki performanslarına ilişkin daha kesin tahminler elde edilmesini sağlamıştır. Özellikle, sürdürülebilirlik endeksindeki hisselerin uzun vadeli performansı, çevresel ve sosyal faktörlere duyarlılıkları nedeniyle daha öngörülebilir olmuştur. Buna karşılık, Özdemir ve Demirelli'nin çalışmasında, teknoloji sektörü hisselerinde daha kısa vadeli dalgalanmalara dikkat çekilmiş ve bu hisselerin uzun dönem getirilerinden ziyade kısa dönem volatilitesine odaklanılmıştır.

Markov zinciri analizlerine ek olarak, makroekonomik değişkenlerin (faiz oranları, döviz kurları, enflasyon oranları gibi) şirketlerin finansal performansı üzerindeki etkilerini inceleyen analizler de yapılmalıdır. Bu, sürdürülebilirlik endeksinde yer alan şirketlerin performanslarının makroekonomik dalgalanmalara nasıl tepki verdiğini anlamak açısından faydalı olacaktır. Yatırımcılar için bu tür analizler, piyasa koşullarına daha uyumlu stratejiler geliştirmelerine olanak sağlayacaktır. Bu çalışma, uluslararası yatırımcılar için de rehber niteliğinde olabilir. Sürdürülebilirlik endeksi, sadece yerel yatırımcılar için değil, aynı zamanda global yatırımcılar için de önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik endeksinin uluslararası arenada tanıtılması ve yabancı yatırımcıların ilgisini çekmesi için daha fazla çalışma yapılmalıdır. Böylece, Borsa İstanbul'da işlem gören şirketlerin uluslararası yatırım fonlarından daha fazla pay alması sağlanabilir.

Markov zincirleri modeli, özellikle kısa vadeli fiyat hareketlerinin analizinde önemli avantajlar sunsa da, Türkiye'de yapılan çeşitli çalışmalar bu modelin doğruluğunun artması için farklı kantitatif yaklaşımlarla birleştirilmesinin faydalı olduğunu göstermiştir. Örneğin, **Koşar (2013)** çalışmasında Markov zincirleri ile yapay sinir ağları modellerini birleştirerek BIST 100 endeksinin daha doğru tahminler sunduğunu ortaya koymuştur. Bu tür kombinasyonlar, yatırımcılar için daha güvenilir tahminler sağlayarak, piyasa dalgalanmalarını daha iyi öngörmelerine olanak tanıyabilir. Türkiye'de ve dünya genelinde yapılan çalışmalara baktığımızda, Markov zincirleri yöntemi ile hisse senedi getirilerinin tahmin edilmesi üzerine yapılan

araştırmalar arasında benzer sonuçlar görülmektedir. **Kanas (2003)**, ABD hisse senedi piyasası üzerinde yaptığı çalışmada Markov rejim değiştirme modellerinin doğrusal olmayan tahminlerde başarılı olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Türkiye'de BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan hisse senetleri için yapılan analizlerle karşılaştırıldığında modelin genel uygulanabilirliğini desteklemektedir. Gelecek alışmalarda, Türkiye pazarındaki bu uygulamaların farklı borsalarla karşılaştırılması, modellerin uluslararası geçerliliğini test etme açısından faydalı olacaktır.

Türkiye'de yapılan çalışmalardan **Yurdakul (2019)** ve **Demirci (2020)**, Markov zincirleri yöntemini finansal varlıkların fiyat hareketlerini tahmin etmek için kullanmış ve verilerin doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ancak, gelecekteki çalışmalarda bu modellere makroekonomik göstergelerin (enflasyon, faiz oranları, döviz kuru vb.) eklenmesi önerilmektedir. Bu tür genişletilmiş modeller, yatırımcıların sadece hisse senedi fiyatlarıyla değil, aynı zamanda ekonomik değişkenlerle de entegre stratejiler geliştirmelerine olanak sağlayacaktır.

5.2. neriler

Çalışmamızın bulguları, literatürdeki benzer çalışmalarla uyum göstermekte olup, Markov zinciri modellerinin hisse senedi fiyat tahminlerinde potansiyel kullanım alanlarını genişletmektedir. Ancak, bazı durumlarda beklenen ve gerçekleşen fiyatlar arasındaki farklılıklar, modelin piyasa koşullarını öngörmedeki sınırlılıklarını da ortaya koymaktadır.

Gelecekteki araştırmalar, Markov zinciri modellerinin yapay sinir ağları gibi diğer kantitatif analiz yöntemleriyle entegre edilerek kullanılmasını ve bu şekilde tahmin doğruluğunun artırılmasını hedefleyebilir. Ayrıca, farklı sektörlerde ve piyasa koşullarında yapılan analizlerle modelin genellenebilirliği ve güvenilirliği test edilebilir.

İlgili araştırmalardan zdemir ve Demirelli (2018) alışması ile karşılaştırdığımızda çalışmadaki bir yıllık veri seti, kısa vadeli oynaklık ve piyasa hareketlerini anlamak için faydalı olabilir. Gelecekteki çalışmalarda, sürdürülebilirlik endeksinde yer alan hisse senetlerinin farklı dönemlerdeki performanslarının karşılaştırılmasıyla daha geniş bir perspektif sağlanabilir, sadece teknoloji hisseleri ele alınmış olup, sektörel çeşitlilik eksiktir. Uygulamadaki kısımda ise sürdürülebilirlik endeksinde yer alan çeşitli sektörlerden hisse senetleri analiz edilmiştir. Gelecekte

yapılacak çalışmalarda, sektörel bazda yapılan analizlerin genişletilmesi ve farklı sektörlerdeki volatiliteler ve getirilerin karşılaştırılması önerilebilir. Bu çalışmada beş yıllık veri kullanımı, hisse senetlerinin uzun vadeli performansını değerlendirmede daha sağlam bir temel sunmaktadır. Bu durum, sürdürülebilirlik kriterlerine uzun dönemde nasıl tepki verdiklerini anlamamıza olanak tanır. Özdemir ve Demirelli'nin çalışmasındaki bir yıllık veriler daha kısa vadeli trendleri yansıtmaktadır; dolayısıyla gelecekteki çalışmalarda veri süresinin uzatılması, uzun dönemli eğilimlerin daha net bir şekilde görülmesini sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Acar Erdur, D. and Kara, E. (2016). Investor responses to corporate sustainability in a developing country: The case of Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4), 1487-1502
- Ağca, B. (2002). *Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi* (Johannesburg, 26 Ağustos-4 Eylül 2002). Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı: http://www.mfa.gov.tr/dunya-surdurulebilir-kalkinma-zirvesi_johannesburg_-16-agustos---4-eylul-2002_.tr.mfa (Erişim Tarihi: 19.05.2024)
- Akgül, U. (2010). Sürdürülebilir kalkınma: uygulamalı antropolojinin eylem alanı. *Antropoloji* (24), 133-164.
- Aksoy, F. (2019). İşletmelerde sürdürülebilirlik raporlama çerçeveleri. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, C.XXI, 324-346. <https://doi.org/10.31460/mbdd.459841> (Erişim tarihi: 18.05.2024)
- Alp, S. ve Öz, E. (2009). Markov zinciri yöntemi ile taşınabilir bilgisayar tercihlerinin analizi. *Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Akademik İncelemeler Dergisi*, 4(2), 38.
- Alp, S. ve Sarıoğlu, K. (2018). Döviz kurundaki değişimin satış rakamları üzerindeki etkisinin Markov zinciri modeli ile analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(4), 49-65. <https://doi.org/10.11616/asbed.v18i41997.505838>
- Andersson, A. (2004). *Introduktion till markovkedjor: Med diskret och kontinuerlig tid* (Vol. 1). Matematiklitteratur: Göteborg.
- Ang, A. and Bekaert, G. (1998). *Regime switches in interest rates* (NBER Working Paper No. 6508). National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w6508/w6508.pdf
- Antolin-Lopez, R., Martinez-del-Rio, J. and Cespedes-Lorente, J. (2016). Sustainability and corporate social responsibility: Theoretical models and management mechanisms. *Journal of Business Ethics*, 9(1), 9.

- Aydın, N., Kayacan, M., Sayılır, Ö., Afşar, A. ve Taylan, S. (2012). *Borsaların yapısı ve işleyişi*. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi .
- Aytekin, S. ve Erol, A. F. (2018). Finansal performans kurumsal sürdürülebilirlik performansının temel belirleyicisi midir? BIST sürdürülebilirlik indeksinde ARAS yöntemi ile bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 9, 869-886. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.435519>
- Baker, S. (2005). *Sustainable development* (Vol. 1). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203495933>
- Bhusal, M. K. (2017). Application of markov chain model in the stock market trend analysis of Nepal. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 8(10), 1-5.
- Borsa İstanbul (2024). *Bist Sürdürülebilirlik Endeksi Temel Kuralları*, 2017, <https://www.borsaistanbul.com/docs/default-source/endeksler/bist-surdurulebilirlik-endeksi-temel-kurallari.pdf?sfvrsn=23> (Erişim Tarihi: 20.05.2024).
- Borsa İstanbul (2024). *BIST Sürdürülebilirlik Endeksleri*. Erişim adresi: <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/44/bist-pay-endeksleri> (Erişim Tarihi: 20.05.2024)
- Borsa İstanbul (2024). *Tarihsel Gelişmeler*. Erişim adresi: <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/27/tarihsel-gelismeler> (Erişim Tarihi: 20.05.2024)
- Borsa İstanbul Anonim Şirketi Esas Sözleşmesi (2013). *Resmî Gazete*, Sayı: 28712. (Erişim Tarihi: 20.05.2024).
- Bozlağan, R. (2005). Sürdürülebilir gelişme düşüncesinin tarihsel arka planı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 50: 1011-1028. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iusskd/issue/891/9943> (Erişim Tarihi: 17.05.2024)
- Bumin, M. ve Ertuğrul, A. (2024). BIST sürdürülebilirlik endeksindeki şirketlerin sürdürülebilirlik notları ile finansal performansları arasındaki ilişkinin analizi.

- Caradonna, J. L. (2018). *Routledge handbook of the history of sustainability*. Abingdon, UK: Taylor and Francis.
- Cinemre, N. (2004). *Yöneylem araştırması* (2. Baskı, s. 512). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Çam, S. (2017). *Döviz kuru, altın fiyatları ve borsa getirileri yönünün yapay sinir ağları ve yüksek dereceden markov zincirleri modelleri ile tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çevre, İklim Değişikliği ve Suya Dair Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri. (2024). Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı: <https://www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligi.tr.mfa> (Erişim Tarihi: 21.05.2024).
- Çınar, M. (1990). *Stochastic processes and applications*. Cambridge University Press.
- Çokmutlu, M. E. (2019). *Sürdürülebilirlik endeksinde yer alan işletmelerin sürdürülebilirlik performansları ile finansal performanslarının karşılaştırılması*. Doktora Tezi. Karabük Üniversitesi. Karabük.
- Demirci, H. (2020). *Markov zincirleri yöntemi ile altın fiyatları tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dyllick, T. and Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130-141. <https://doi.org/10.1002/bse.323>
- Erginer, D.(2019). *Halka açık şirketlerin sürdürülebilirlik raporları analizi: Borsa İstanbul'da bir uygulama*. Yaşar Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Ersen, N., Akyüz, İ. and Akyüz, K. C. (2023). Markov chain model for predicting the stock price of paper and paper products industry. *Turkish Journal of Forest Science*, 7(2), 178-188. <https://doi.org/10.32328/turkjforsci.1314333>
- Flietz, B. D. and Bhargava, T. N. (1973). The behaviour of stock price relatives: A markovian analysis. *Operations Research*, 21(6), 1183-1199.

- FTSE Russell. (2023). FTSE4Good Index Series: <https://www.lseg.com/en/ftse-russell/indices/ftse4good#t-factsheets> (Erişim Tarihi: 20.05.2024)
- Gallaud, D. and Laperche, B. (2016). *Circular economy, industrial ecology and short supply chain* (Vol. 4). John Wiley and Sons.
- Gök, İ. Y. ve Gökşen, H. (2020). Bankaların sürdürülebilirlik endeksine dahil edilmelerinin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(26), 89-106. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.655406>
- Gök, İ. Y. and Özdemir, O. (2017). The performance characteristic of borsa istanbul sustainability index. *Sosyoekonomi*, 25(34), 87-105. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.290838>
- Güleşce, A. (2019). *Faiz oranı öngörüsü için markov değişim modeli*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Gündüz, Ç. (2018). Sürdürülebilirlik endeksi kapsamına alınmanın hisse senedi değerine etkisi: BIST uygulaması, *Bankacılar Dergisi*, 106, 37-58.
- Gürünlü, M. (2019). Sürdürülebilirlik ve finansal performans arasındaki ilişki: BIST şirketleri üzerine bir araştırma. *Muhasebe Ve Finansman Dergisi* (84), 177-190. <https://doi.org/10.25095/mufad.625803>
- Hamilton, J. D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*, 57(2), 357-384. <https://doi.org/10.2307/1912559>
- Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.4324/9781315543017>
- Harris, J. M. (2003). Sustainability and sustainable development. *International Society for Ecological Economics*, 1(1), 1-12.
- Hayes, B. (2013). First links in the markov chain. *American Scientist*. Sigma Xi, 101(2), 92-97. <https://www.americanscientist.org/article/first-links-in-the-markov-chain>

- Hong Kong Borsası Yıllık Raporu. (2024). HKEX GROUP: <https://www.hkexgroup.com/Investor-Relations/Financial-Reports> (Erişim Tarihi : 22.05.2024)
- ISO. (2010). *ISO 26000:2010, Sosyal Sorumluluk için Kılavuz*. Cenevre: Uluslararası Standardizasyon Örgütü: https://documentation.lastradainternational.org/lisidocs/3078-ISO%2026000_2010.pdf (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2024).
- İlarslan, K. (2014). Hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilmesinde Markov zincirlerinin kullanılması: IMKB 10 bankacılık endeksi işletmeleri üzerine ampirik bir çalışma. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 9(35), 6158-6198. <https://doi.org/10.19168/jyu.32384>
- İş Yatırım. (2024). *Tarihsel fiyat bilgileri*. <https://www.isyatirim.com.tr/tr-tr/analiz/hisse/Sayfalar/Tarihsel-Fiyat-Bilgileri.aspx> (Erişim Tarihi: 22.05.2024).
- Kanas, A. (2003). Non-linear forecasts of stock returns. *Journal of Forecasting*, 22(4), 299-315. <https://doi.org/10.1002/for.858>
- KAP. (2024). *BIST şirketleri*. <https://www.kap.org.tr/tr/bist-sirketler>
- Karadağ, M. A. (2008). *Analysis of turkish stock market with markov regime switching volatility models*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Kemeny, J. G. and Snell, J. L. (1960). *Finite markov chains*. Van Nostrand.
- Kılıç, Ö. S. B. (2005). Test of the weak form efficient market hypothesis for the istanbul stock exchange by markov chains methodology. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 333-342.
- Kılıç, S. (2023). *Sürdürülebilirlik endeksi ve yatırımcı tepkisi: Getiri ve likidite açısından bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koşar, Ç. (2013). *Estimating session returns of borsa istanbul 100 index by integrating markov chains and artificial neural network models*. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Liu, J. (2011). Markov random walk under constraint for discovering overlapping communities in complex networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2011(05), P05031. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2011/05/p05031>
- Lizieri, C. (1997). Real interest rates and real estate cycles. *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(4), 354-373
- Londra Borsası'nın Tarihçesi. (2024, Haziran). London Stock Exchange: <http://www.londonstockexchange.com/products-and-services/rns/history/history.htm> (Erişim Tarihi: 15.05.2024)
- Los, C. A. (1998). Nonparametric efficiency testing of asian stock markets using weekly data. *Yale School of Management's Economics Research Network*. 30 p.
- LSEG. (2022). *London stock exchange group sustainability report*. London: LSEG.
- Mamipour, S. and Vaezi J., F. (2015). Non-linear relationships among oil price, gold price and stock market returns in Iran: A multivariate regime-switching approach. *Iranian Journal of Economic Studies*, 4(1), 101-126.
- Masson, P. and Ruge-Murcia, F. J. (2003). Explaining the transition between exchange rate regimes. *Cahiers de recherche*, 15-2003. Centre interuniversitaire de recherche en economie quantitative.
- McQueen, G. and Thorley, S. (1991). Asymmetric business cycle turning points. *Journal of Monetary Economics*, 31(3), 341-362.
- Mitra, S. and Riggieri, M. (2011), *Predicting stock prices*, Project Report, Faculty of the Worcester polytechnic institute.
- Mohammed, Q. H. and Namburu, A. (2024). Hybrid model and framework for predicting air pollutants in smart cities. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 28(3), May 2024. <https://doi.org/10.31272/jeasd.28.3.9>
- Mucan, B., Kayabaşı, A. ve Madran, C. (2016). Yöneticilerde sürdürülebilirlik algısı ve firma uygulamalarına yönelik değerlendirme. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2), 57-72.

- Myers, D. S., Wallin, L. and Wikström, P. (2017). *An introduction to markov chains and their applications within finance*. MVE220 Financial Risk: Reading Project, 26.
- Nasdaq. (2024). *About Nasdaq*. <https://www.nasdaq.com> (Erişim Tarihi: 14.05.2024)
- Önder, Ş. (2017). İşletme kârlılığına kurumsal sürdürülebilirliğin etkisi: BIST’te bir uygulama. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 19(4), 937-956.
- Özdemir, A. ve Demireli, E. (2015). Hisse senedi fiyat verimliliğinin markov zincirleri ile analizi BIST teknoloji endeksi hisse senedi fiyatları üzerine bir uygulama. *Verimlilik Dergisi* (1), 41-60.
- Özer, O. (2010). *Kurumsal sürdürülebilirlik ölçümü: Avrupa ve ABD şirketlerinin sektörel bazda karşılaştırmalı analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztürk, A. (2002). *Yöneylem araştırması*, Bursa. Ekin Kitabevi Yayınları.
- Öztürk, A. (2016). *Yöneylem araştırması* (s. 744-748). Ekin Yayın Basım Dağıtım.
- Parimyndhan, V. and Senthamarai Kannan, K. (2024). Markov chain model for NIFTY50 index. *Journal of Electrical Systems*, 20(7s), 2294-2301. <https://doi.org/10.52783/jes.3964>
- Park, K and Kremer, G. (2017). Text mining-based categorization and user perspective analysis of environmental sustainability indicators for manufacturing and service systems. *Ecological indicators* (s. 72, 803-820).
- RobecoSAM. (2023). *Dow jones sustainability indices*. Zurich: S&P Global.
- Sancar, G. A. (2013). Kurumsal sürdürülebilirlik bağlamında kurumsal yönetim: kavramın doğuşu, gelişimi ve değerlendirilmesi. *Selçuk İletişim*, 8(1), 13.
- Saraç, B. ve Alptekin, N. (2017). Türkiye’de illerin sürdürülebilir kalkınma göstergelerine göre değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(1), 19-49.
- Sericola, B. (2013). *Markov Chains: Theory, algorithms and applications*. London: ISTE Ltd and John Wiley and Sons Inc, 2013.

- S&P Global. (2023). *Dow Jones Sustainability Index Components: Emerging Markets 2023*.https://portal.s1.spglobal.com/survey/documents/DJSIComponentsEmergingMarkets_2023.pdf. (Erişim Tarihi: 20.05.2024)
- Temiz, H. ve Acar, M. (2018). Sürdürülebilirlik endeksinde işlem gören firmaların finansal performansı: Olay çalışması örneği. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 1971-1987. <https://doi.org/10.17218/hititsosbil.441200>
- Timor, M. (2001). *Yöneylem araştırması ve işletmecilik uygulamaları* (ss. 294-297). İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını.
- UNEP FI. (2023). *2023 İklim Riskleri Manzarası*. Birleşmiş Milletler Çevre Programı - Finans Girişimi. <https://www.unepfi.org>
- Ünal, S. ve Yüksel, R. (2017). Finansal performans ve hisse senedi getirisi ilişkisi: BIST sürdürülebilirlik endeksindeki bankalar üzerine bir inceleme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17, 264-270.
- Vasanthi, S., Subha, V. and Nambi, S. T. (2011). An empirical study on stock index trend prediction using markov chain analysis. *Journal on Banking, Financial Services and Insurance Research*, 1(1), 72-91.
- Winston W. L. (2004). *Operations Research Applications and Algorithms* (Vol. 4). Duxbury Press.
- Wu, S. and Zeng, T. (2003). Markov regime switching and interest rates. *Economic Modelling*, 20(6), 999-1016.
- Yavuz, M. (2019). A Markov chain analysis for BIST participation index. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 1-8. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.433310>
- Yenisu, E. (2020). Hisse senedi fiyatlarının markov zincirleri ile analizi: BIST 100 şirketleri üzerine bir uygulama. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2), 261-277.
- Yurdakul, A. (2019). *Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören bankaların markov zinciri ile incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

