

## Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayinde Hisse Senedi Fiyat Hareketlerinin Markov Zincirleri Yöntemi ile Tahmin Edilmesi

### Prediction of Stock Price Movements in Forest Products and Furniture Industry by Markov Chains Method

 Nadir ERSEN<sup>1</sup>,  Kadri Cemil AKYÜZ<sup>2</sup>,  İlker AKYÜZ<sup>2</sup>

#### Özet

Karar alma sürecini etkileyen değişkenlerin sayısal ve nitelik anlamında artış göstermesi, geleneksel karar alma yöntemlerinin yetersiz kalmasına neden olmuştur. Hisse senedi piyasası farklı birçok değişkenin etkilediği dinamik piyasalar arasında yer almaktadır. Bu tarz piyasalarda karar alabilmek ve gelecek ile ilgili tahminlerde bulunabilmek dinamik ve stokastik analizlere gereksinim göstermektedir. Stokastik bir süreç olan Markov zincirleri değişkenlerin gelecekteki davranışlarını tahmin etmek amacıyla şimdiki davranışlarının analiz edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu çalışmada BIST’te Mobilya ve Orman Ürünleri Sanayi alanında işlem gören firmaların hisse senedi fiyatlarının tahminlenmesi amacıyla Markov zincirleri yöntemi kullanılmıştır. İşlem gören altı adet firmanın 01.04.2022-31.03.2023 dönemine ait hisse kapanış fiyatları kullanılarak yapılan çalışmada altı adet hisse senedinden dördünün fiyat hareketi başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Bu çerçevede gelecekteki hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmininde Markov zincirleri yönteminin kullanılmasının başarılı olduğunu söyleyebiliriz. Değer artış olasılığı uzun dönemde yüksek olan hisse senedinin beklenen getirisi en yüksek olan hisse senedi çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hisse senedi, Markov zinciri, Tahmin, Orman ürünleri ve mobilya.

#### Abstract

The increase in the number and quality of the variables affecting the decision-making process has led to the inadequacy of traditional decision-making methods. The stock market is one of the dynamic markets affected by many different variables. To be able to make decisions and make predictions about the future in such markets requires dynamic and stochastic analyzes. Markov chains, which are a stochastic process, are a method that enables the analysis of the current behavior of variables in order to predict their future behavior. In this study, Markov chains method was used to estimate the stock prices of companies traded in the Furniture and Forestry Products Industry in BIST. In the study conducted by using the closing prices of the six companies traded in the BIST for the period 01.04.2022-31.03.2023, the price movements of four of the six stocks were successfully predicted. In this context, we can say that the use of the Markov chain method is successful in predicting future stock price movements. The stock with the highest probability of increase in value in the long run is the stock with the highest expected return.

**Keywords:** Stock, Markov chain, Prediction, Forest products and furniture.

Geliş Tarihi: 27.04.2023, Düzeltme Tarihi:03.06.2023, Kabul Tarihi:05.06.2023

Adres: <sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme

E-mail: nadirersen20@artvin.edu.tr

## 1. Giriş

İktisat ilmi kıt olan kaynakların sonsuz olan ihtiyaçlar üzerinde dağıtılması esasına dayanan temel ilke ve kuramlardan oluşmaktadır. Kıt kaynakların ihtiyaçları karşılayacak düzeye getirilebilmesi ise diğer tüm bilim alanlarının ortak kaygısı niteliğindedir. Kaynakların dağıtılması ve uygun nitelikte çoğaltılması, geleceğin belirsizliği içinde stokastik bir yapıya dönüşürken karar mekanizmasının doğru hamleler yapmasını zorunlu kılmaktadır. Karar almada geçmişe bakarak gerekli dersleri çıkarmak kadar gelecekte olası değişimleri öngörebilmek doğru ve güvenilir analizlerin yapılmasını gerektirmektedir.

Sahip olduğumuz tüm kaynaklar gibi finansal değerlerimiz ve varlıklarımız doğru değerlendirilmeye muhtaç konumdadırlar. Finansal kaynaklarımızı, belirli vade koşulları altında, kısmen getirisi belirli olan alanlarda değerlendirebileceğimiz gibi, risk düzeyi ve getiri oranı daha yüksek kısmi belirsizliğin olduğu alanlarda değerlendirebilmemiz de mümkündür. Yatırım araçlarının çeşitliliği alternatif sunma açısından önemli avantajlar sağlarken en uygun yatırım ortamının tercih edilebilmesini de zorlaştırmaktadır. Bu nedenle belirsizliğin azaltılmasına yönelik çözümler ve modeller geliştirilmesi daha önemli hale gelmektedir.

Tam rekabet koşullarının egemen olduğu az sayıdaki piyasalardan olan borsalar ve hisse senedi piyasaları milyonlarca alıcı ve satıcının sürekli değişim gösteren fiyatlar karşısında işlem yaptıkları, sermayenin tabana yayılmasına öncülük eden organize sermaye piyasası niteliğindeki yapılardır. Büyük küçük birçok yatırımcının varlıklarını daha yüksek getiri sağlamak amacıyla değerlendirdikleri bu piyasalar kıt olan finansal kaynakların doğru alanlara yönlendirilebilmesi için doğru kararların alınmasını zorunlu kılmaktadır. Yatırımcılar gibi firma değerlerini en yüksek seviyeye çıkarmak isteyen yöneticiler içinde doğru karar alabilmek son derece önemlidir.

Birçok farklı parametrenin etkisinde olan hisse senetleri ve değişim gösteren fiyatları üzerinde tahminlerde bulunmak ve doğru hisse senedi seçimini yapmak önceleri geleneksel metotlar ve piyasa tecrübeleri ile gerçekleştirilirken, günümüzde modern tahmin yöntemleri ile daha güçlü kararların alınması ve olası kayıp miktarlarının azaltılması mümkün olabilmektedir. Hisse senetlerinin geleceğine yönelik karar alma süreçlerinde temel analiz, teknik analiz ve kantitatif yöntemler olarak adlandırılan farklı yöntemler kullanılmasına karşın belirsizlik ve riskin hep var olacağı unutulmamalıdır. Son yıllarda özellikle problemlerin karmaşık yapısı ve tahmini etkileyecek olan fazla sayıda değişkenin bulunması kantitatif yöntemlerin ön plana çıkmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören ve özellikle ülkemizin dış ticaret gücünde önemli bir yer teşkil eden Orman Ürünleri ve Mobilya sanayi alanındaki firmalarının hisse senetlerinin gelecek fiyatlarının tahmin edilebilmesi için kantitatif tekniklerden Markov Zincirleri yöntemi kullanılmıştır. Bir önce gerçekleşen olaya bağlı bir olasılık olan Markov Zincirleri belirsizlik altında karar verme sürecinde kullanılan stokastik bir model olup, geçmiş ve şimdiki zamandaki olayların gelecekteki olasılıklarını bulma amacıyla birçok alanda kullanılmaktadır (Karaca ve Alp, 2017).

## **1.1. Hisse Senedi Analiz Yöntemleri**

### **1.1.1. Temel Analiz**

Firma ve içinde yer aldığı piyasanın, başta finansal tablolar aracılığıyla elde edilen veriler olmak üzere (bilanço, gelir tablosu, nakit akış tablosu, döviz pozisyonları, şirket haberleri, vb.), tüm bilgilerinin toplanması (enflasyon, politika faizi, cari denge vb.) ve değerlendirilerek orta ve uzun vadeli yatırım kararı oluşturulmasına yönelik analiz olarak tanımlanır (Başoğlu ve ark., 2009; Hsu, 2011). Borsa da işlem gören hisse senedinin içsel değerini belirleme amacıyla olan analiz hissenin satın alınmaya değer olup olmadığının anlaşılması yani gerçek değerinin belirlenmesi için yapılmaktadır. Graham–Dod tarafından geliştirilen temel analiz, aldığımız hisse senedinin ödediğimiz fiyat karşısındaki durumunu belirlemekte ve hisse senedi ile ilgili bilgileri dört aşamadan oluşan (ekonomik analiz, endüstri analizi, firma analizi ve firmaya ait hisse senedi analizi) makro düzeyden mikro düzeye doğru gruplandırarak incelemektedir (Birgili, 2013). Tüm aşamalar kendi içlerinde farklı alt aşamalar oluşturmakta ve hisse senetlerinin gerçekte sahip olduğu değerlerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır.

### **1.1.2. Teknik Analiz**

Hisse senedinin gelecekte oluşacak olan fiyat tahmininin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan teknik analiz, geçmiş fiyat ve işlem hacmi verilerinden yararlanarak gelecek fiyatının tahmini ilkesine dayanır (Konuralp, 2005). Kurucusu olarak kabul edilen Charles Dow ve sonrasında birçok araştırmacı tarafından geliştirilen yöntem, ekonomik konjonktürün incelenmesinin gerekli olmadığına tüm dikkatlerin firmanın geçmiş fiyat ve işlem miktarına verilmesi gerektiğini savunmaktadır (Birgili, 2013). Geçmişe bağlı olarak geleceği tahmin etmek ve geleceğe yön vermek amacıyla yapılan, temel öğeleri işlem hacmi ve fiyat grafikleri olan teknik analiz araçları iki farklı grup içinde yer almaktadır (İlarslan, 2014). İlk grupta göstergeler ve hareketli ortalamalar gibi matematiksel

yöntemler ikinci grupta ise görselliğin ön planda yer aldığı grafikler, destek-direnç analizi, trend analizi, formasyon analizleri ve İndikatör analizleri kullanılmakta ve yorum imkanı elde edilmektedir (Önder, 2005).

### 1.1.3. Kantitatif Yöntemler

Karar alma sürecini etkileyen faktör sayılarının artış göstermesi ve oluşan karmaşık yapı, farklı bilimsel yöntemlerin ortaya çıkması ve kullanılmasına neden olmuştur. Karar verme sürecini kolaylaştıran, kaynakların optimum dağılımına olanak sağlayan, kar-zarar analizlerine yön veren, rekabet gücünün artmasına yardımcı olan ve benzeri birçok konuda karar almada etkili olan kantitatif teknikler, istatistiksel teknikler ve yöneylem teknikleri olarak iki farklı sınıf içinde toplanmaktadır (İlarslan, 2014). Birçok farklı disiplin içinden karar vermeye yardımcı olan yöntemleri birleştirme özelliğine sahip olan yöneylem teknikleri, karar alma sürecinde optimum seçim için model oluşturma amacıyla hareket eden teknikler grubu niteliğindedir. Çalışma amacıyla kullanılan Markov zincirleri yöneylem araştırma teknikleri içinde yer almaktadır.

## 1.2. Literatür Araştırması

Rus matematikçi A. Markov (1906) tarafından ilk olarak edebiyat alanında, harfler arasındaki ilişkilerin ve harf sayılarının tahmin edilmesi, karakterler arasındaki geçiş olasılıklarının hesaplanması amacıyla kullanılan Markov zincirleri sonraları birçok bilim insanının katkılarıyla fizik, finans, pazarlama, sağlık, psikoloji ve politika gibi alanlarda kullanılır duruma gelmiştir (Takacs, 1960; Filar ve Vrieze, 1996; Barnet ve Zieger, 2003).

Ergeç (1996), İMKB 'de işlem gören bir firmanın geçmiş hisse senedi fiyat verilerini Markov zincirlerini kullanarak gelecek tahmini için kullanmış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. Nikkei endeksi vadeli işlem sözleşmelerinin gün içi fiyat değişimlerini Markov zincirleri ile inceleyen Shiyun ve arkadaşları (1999), açılış ve kapanış saatleri arasında oluşan fiyat değişimlerini belirlemişlerdir. Döviz kurları üzerinde oluşan değişikliklerin karlılıkla ilişkilendirilmesi amacıyla Dewachter (2001) tarafından yapılan çalışmada, Markov zincirlerinin değişimi açıklayabildiği ve klasik modellere karşın önemli bir alternatif olduğunu belirlenmiştir. Döviz kurları üzerinde yapılan bir başka çalışmada Dueker ve Neely (2007), önceden tahminlenmiş bir işlem kuralı geliştirmişler ve Markov zincirlerinin önemli getiri sağladığını ortaya koymuşlardır. Öz (2009), İMKB 100 endeksinin değişim değerini tahmin etmek amacıyla model geliştirmiş ve olumlu sonuçlar elde etmiştir. Saklı Markov zincirleri kullanarak döviz kuru fiyatları üzerinde gelecek fiyat

tahmininde bulunan Can ve Öz (2009), tutarlı sonuçlar elde etmişlerdir. Dahamsheh ve Aksoy (2009) Ürdün aylık toplam yağışlarının yapay sinir ağları ile yapılmış olan tahminlemesi sonrasında Markov zincirleri ile birleştirerek tahmin başarısını arttırmışlardır. Market ürünlerinin satış hacmi ve fiyatı arasında ilişkinin varlığını belirlemek için Markov zincirlerini kullanan Liu (2010), çalışma sonucunda başarılı sonuçlar elde etmiştir. Nijerya borsasında işlem gören hisse senetlerinin gelecek fiyat hareketleri için Markov zincirlerinde yararlanan Idolor (2010), özellikle kısa dönemde doğru sonuçların elde edilemediği sonucuna ulaşmıştır. Vasanthi ve arkadaşlarının (2011), Dünya genelinde seçmiş oldukları belirli borsalar düzeyinde hisse senedi fiyat tahminlemesi için yaptıkları çalışmalarında Markov zincirleri ve diğer istatistiksel yöntemler arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Dow Jones sanayi endeksi kapsamındaki şirketlerin hisse senetleri günlük verilerini kullanan Doubleday ve Esunge (2011) Markov zincirleri ile gelecek dönem fiyatlarını tahmin etmeye çalışmışlar ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. İtalya borsasında hisse senedi fiyat hareketleri üzerine çalışan D'Amico ve Petroni (2012) belirli bir süre kapsamında günlük fiyat değişimlerini Markov zincirleri kullanılarak incelenmişler ve mevcut istatistik yöntemlere karşı bir alternatif oluşturmuşlardır. Özdemir ve Demireli (2014), BIST Teknoloji Endeksinde işlem gören hisse senetlerinin günlük fiyat değişimleri için Markov zincirleri oluşturmuş ve durumlar arası geçişlere ilişkin olasılıklar hesaplamış ve hangi hisselerin daha yüksek getiri beklentisi içinde oldukları belirlemiştir. Altın ve hisse senedi fiyatları arasında uzun dönemli ilişkiyi Markov zincirleri yöntemi yardımıyla inceleyen Karaca ve Alp (2017), fiyatların benzer ve ters yöntem aynı düzeylerde değişim gösterdiğini belirlemiştir. Yenisu (2020) BIST 100 şirketleri arasında en yüksek işlem hacmine sahip 10 hisse senedinin günlük kapanış verilerini kullanarak yaptığı çalışması sonucunda hisse senetlerinin uzun dönemde beklenen getirilerindeki farklılığa işaret çekmiştir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Materyal**

BIST'te Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi alanında işlem gören altı firmanın bir yıllık verisi kullanılarak (01.04.2022-31.03.2023) gerçekleştirilen tahmin işleminde ilgili firmaların hisse senedi kapanış fiyatları günlük olarak elde edilmiştir. Hisse senedi kapanış fiyatları isyatirim.com.tr sitesinden elde edilmiştir (URL-1, 2023). İşlem gören ve araştırma kapsamında yer alan firmalar ve kodları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** BIST'te işlem gören orman ürünleri sanayi ve mobilya firmaları.

Kod	Şirket Unvanı
DGNMO	Doğanlar Mobilya Grubu İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş.
GENTS	Gentaş Dekoratif Yüzeyler Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KLSYN	Koleksiyon Mobilya Sanayi A.Ş.
ORMA	Orma Orman Mahsülleri İntegre Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SUMAS	Sumaş Suni Tahta ve Mobilya Sanayi A.Ş.
YONGA	Yonga Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.

## 2.2. Yöntem

Markov zincirleri, belirli değişkenlerin zaman içindeki olasılıksal hareketlerini temsil etmekte ve 1900'lerin başında Rus Matematikçi Andrei A. Markov tarafından geliştirilmiştir. Bir Markov zinciri, Markov özelliğini karşılayan veya şimdi bilindiğinde, geçmiş ve geleceğin ilgisiz olduğunu savunan hafızasız kuralına sahip olan stokastik bir süreçtir. Bu, sürecin mevcut durumu biliniyorsa, geleceği için mümkün olan en iyi tahmini yapmak için önceki durumları hakkında ek bilgiye gerek olmadığı anlamına gelmektedir. Bir Markov zincirinde, durum geçiş olasılıkları,  $i$  durumundan  $j$  durumuna geçme olasılığını temsil eden  $p_{ij}$  ile gösterilir (Ross, 2014; Kallah-Dadagu ve ark., 2022). Matematiksel olarak bir Markov Zinciri modeli şu şekilde ifade edilebilir (Winston ve Goldberg, 2004):

$$p_{ij} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}$$

(1)

$i$  ve  $j$ 'nin sırasıyla satırları ve sütunları gösterdiği bir matris gösterimi kullanılarak, durum geçiş olasılıkları aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1j} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{i1} & p_{i2} & p_{i3} & \dots & p_{ij} \end{pmatrix}$$

$P$  matrisinin tüm elemanları için  $0 \leq p_{ij} \leq 1$  ve her satır için  $\sum_j p_{ij} = 1$  olmalıdır (Winston ve Goldberg, 2004).

Sistemin  $m$  anında  $i$  durumundan  $n$  adım sonra  $j$  durumuna geçme olasılığına ise  $n$  (çok) adımlı geçiş olasılığı denmektedir ve  $p_{ij}^n$  ile gösterilmektedir.

$$P_{ij}^n = P(X_{n+m} = j | X_m = i) = P(X_n = j | X_0 = i) \quad i, j \in S$$

(2)

$n$  adımlı geçiş olasılıklarının hesaplanması için Chapman-Kolmogorov denklemi kullanılmaktadır. Bu denklem aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$P^n = P^{n+1} * P = P^n$$

(3)

Yukarıdaki ifadeye göre n adımlı geçiş olasılıkları matrisi (1xn) ve (nxn) boyutlu iki matrisin çarpımından oluşmaktadır (Budnick, 1988; Taha, 2007; İlarıslan, 2014).

Markov zincirlerinin kararlı durum olasılıkları ise, sürecin uzun vadede i durumunda olma olasılığını temsil eden  $\pi_i$  ile gösterilmektedir. Bu nedenle, bu olasılıklar durağan olasılıklar olarak da bilinir.  $\pi_i$  durağan olasılıklar olarak,  $i = 1, 2, \dots, N$  bir  $\pi$  vektörünün öğeleri olarak ve P,  $p_{ij}$  içeren bir stokastik geçiş matrisi olarak tanımlanarak aşağıdaki formüller türetilmektedir (Ataman ve ark., 2017).

$$\pi = \pi P \text{ burada } \sum_{i=1}^n \pi_i = 1$$

(4)

Rastgele yürüme durumundaki bir sütundan gelen kararlı durum P vektörü şu şekilde tanımlanabilir (Fitriyanto ve Lestari, 2018; Kostandinova ve ark., 2021):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P^n = \begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \end{bmatrix}$$

Kararlı durum olasılıklarından faydalanılarak elde edilebilen bilgilerden bir diğeri de yinelenme süreleridir. Bu süreler kararlı durum olasılıkların tersine eşittir ve  $\mu_{jj}$  ile gösterilmektedir. İlk yinelenme süresi, herhangi bir durumdan başlayan sürecin tekrar aynı duruma gelebilmesi için gerekli olan ortalama bekleme süresidir ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (Özdemir ve Demireli, 2014).

$$\mu_{jj} = \frac{1}{n_i}$$

(5)

### 3. Bulgular

BIST'te Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi alanında işlem gören altı firmanın hisse senedi fiyatları bir önceki duruma göre artış gösterebilir, azalış gösterebilir ve sabit kalabilir. Yani hisse senedi fiyatlarının alabileceği üç durum mevcuttur. Bu üç durumundan herhangi birinden bu üç durumun herhangi birine geçiş olmaktadır. Çalışmada bir firmaya ait 246 geçiş olmak üzere toplam 1476 geçiş hesaplanmıştır. Elde edilen hesaplamalar sonucunda Çizelge 2'deki geçiş matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Çalışma kapsamındaki 6 hisse senedinin geçiş matrisleri.

DGNMO	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	DGNMO
Azalış (j=1)	44	4	55	103	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	5	1	3	9	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	55	4	75	134	Artış (j=3)
GENTS	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	GENTS
Azalış (j=1)	49	3	66	118	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	5	0	0	5	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	64	2	57	123	Artış (j=3)
KLSYN	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	KLSYN
Azalış (j=1)	60	7	53	120	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	5	0	7	12	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	56	5	53	114	Artış (j=3)
ORMA	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	ORMA
Azalış (j=1)	73	9	52	134	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	8	0	3	11	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	52	2	47	101	Artış (j=3)
SUMAS	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	SUMAS
Azalış (j=1)	57	8	55	120	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	10	1	3	14	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	53	5	54	112	Artış (j=3)
YONGA	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam	YONGA
Azalış (j=1)	69	3	58	130	Azalış (j=1)
Sabit kalma (j=2)	4	0	6	10	Sabit kalma (j=2)
Artış (j=3)	57	7	42	106	Artış (j=3)



Çizelge 2 incelendiğinde, DGNMO firması için hisse senedi fiyatının 134'ünde artış, 103'ünde azalış ve 9'ünde aynı kalma; GENTS firması için hisse senedi fiyatının 123'ünde artış, 118'inde azalış ve 5'inde aynı kalma; KLSYN firması için hisse senedi fiyatının 114'ünde artış, 120'sinde azalış ve 12'sinde aynı kalma; ORMA firma için hisse senedi fiyatının 101'inde artış, 134'ünde azalış ve 11'inde aynı kalma; SUMAS firması için hisse senedi fiyatının 112'sinde artış, 120'sinde azalış ve 14'ünde aynı kalma; YONGA firması için hisse senedi fiyatının 106'sında artış, 130'unda azalış ve 10'unda aynı kalma söz konusudur. Geçiş matrisindeki veriler kullanılarak geçiş olasılıkları elde edilmiş ve geçiş olasılıkları matrisi oluşturulmuştur. Geçiş olasılıkları geçiş matristeki her bir satırdaki değer o satırdaki toplam değere bölünmesiyle bulunmuştur ( $P_{DGNMO_{azalış \rightarrow azalış}}$  için  $P=44/103$ ). Ayrıca, geçiş olasılıkları matrisinde satır değerlerinin toplamı 1'e eşit olması gerekmektedir. Altı hisse senedine ait geçiş olasılıkları matrisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. 6 hisse senedinin geçiş olasılıkları matrisleri.

$P_{DGNMO}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.427	0.039	0.534	1
Sabit kalma (j=2)	0.556	0.111	0.333	1
Artış (j=3)	0.410	0.030	0.560	1
$P_{GENTS}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.415	0.025	0.559	1
Sabit kalma (j=2)	1.000	0.000	0.000	1
Artış (j=3)	0.520	0.016	0.463	1
$P_{KLSYN}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.500	0.058	0.442	1
Sabit kalma (j=2)	0.417	0.000	0.583	1
Artış (j=3)	0.491	0.044	0.465	1
$P_{ORMA}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.545	0.067	0.388	1
Sabit kalma (j=2)	0.727	0.000	0.273	1
Artış (j=3)	0.515	0.020	0.465	1
$P_{SUMAS}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.475	0.067	0.458	1
Sabit kalma (j=2)	0.714	0.071	0.214	1
Artış (j=3)	0.473	0.045	0.482	1
$P_{YONGA}$	Azalış (j=1)	Sabit kalma (j=2)	Artış (j=3)	Toplam
Azalış (j=1)	0.531	0.023	0.446	1
Sabit kalma (j=2)	0.400	0.000	0.600	1
Artış (j=3)	0.538	0.066	0.396	1

DGMNO firmasının hisse senedi 31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre azalış gösterirken, DGMNO firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %53.4 olasılıkla artacağı, %42.7 olasılıkla azalacağı ve %3.9 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı

sonucuna varılmıştır. %54.1 olasılıkla DGMNO firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre artacağını söyleyebiliriz. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne (31 Mart 2023) azalış göstermiştir ve DGMNO firması için yapılan tahmin başarısız sonuç vermiştir.

GENTS firmasının hisse senedi ise 31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre artış gösterirken, GENTS firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %52 olasılıkla azalacağı, %46.3 olasılıkla artacağı ve %1.6 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı sonucuna varılmıştır. %52 olasılıkla GENTS firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre azalacağını söyleyebiliriz. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne azalış göstermiştir ve GENTS firması için yapılan tahmin en yüksek olasılıkla başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

KLSYN firması incelendiğinde firmanın hisse senedi 31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre azalış gösterirken, KLSYN firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %50 olasılıkla azalacağı, %44.2 olasılıkla artacağı ve %5.8 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı sonucuna varılmıştır. %50 olasılıkla KLSYN firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre azalacağını söyleyebiliriz. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne artış göstermiştir ve tahmin başarısız olmuştur.

ORMA firmasının hisse senedi de GENTS firmasında olduğu gibi 31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre artış gösterirken, ORMA firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %51.5 olasılıkla azalacağı, %46.5 olasılıkla artacağı ve %2 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı sonucuna varılmıştır. %51.5 olasılıkla ORMA firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre azalacağını söyleyebiliriz. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne azalış göstermiştir ve tahmin en yüksek olasılıkla başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre SUMAS firmasının hisse senedi azalış gösterirken, SUMAS firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %47.5 olasılıkla azalacağı, %45.8 olasılıkla artacağı ve %6.7 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı sonucuna varılmıştır. Her ne kadar %47.5 olasılıkla SUMAS firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre azalacağını söyleyebilirsek de, artış ve azalış olasılık değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde

hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne azalış göstermiştir ve tahmin başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Son olarak YONGA firmasının hisse senedi 31 Mart 2023 tarihinde 30 Mart 2023 tarihine göre azalış gösterirken, YONGA firmasının 03 Nisan 2023 hisse senedi getirisinin %53.1 olasılıkla azalacağı, %44.6 olasılıkla artacağı ve %2.3 olasılıkla ne artacağı ne de azalacağı sonucuna varılmıştır. %53.1 olasılıkla YONGA firması için 03 Nisan 2021 hisse senedi yüzde getirisinin 31 Mart getirisine göre azalacağını söyleyebiliriz. Sonuçta 03 Nisan 2023 tarihinde hisse senedinin yüzde getiri fiyatındaki değişim oranının bir önceki güne azalış göstermiştir ve tahmin en yüksek olasılıkla başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Bu kısma kadar yapılan analizler karar vericilere kısa döneme ait bilgiler sunarken, karar vericiler uzun döneme ait bilgilere de ihtiyaç duyabilir. Bunun için geçiş olasılıkları matrisin sütun elemanları birbirine eşit oluncaya kadar geçiş olasılıkları matrisinin kuvveti alınmıştır ve böylece Tablo 4'teki hisse senetlerinin uzun dönem denge durumu olasılık değerlerine ulaşılmıştır.

#### Çizelge 4. Hisse senetlerinin denge durumu olasılıkları.

Hisse senedi kodu	Azalış (j=1)	Aynı kalma (j=2)	Artış (j=3)
DGNMO	0.423	0.037	0.541
GENTS	0.475	0.02	0.495
KLSYN	0.492	0.049	0.459
ORMA	0.541	0.045	0.415
SUMAS	0.488	0.057	0.455
YONGA	0.529	0.041	0.431

Çizelge 4'e göre, DGNMO'nun hisse senedi değeri uzun dönemde %54.1 olasılıkla artış, %3.7 olasılıklar ne artış ne de azalış, %42.3 olasılıkla azalış; GENTS'in hisse senedi değeri uzun dönemde %49.5 olasılıkla artış, %2 olasılıkla ne artış ne de azalış, %47.5 olasılıkla azalış; KLSYN'in hisse senedi değeri uzun dönemde %49.2 olasılıkla azalış, %4.9 olasılıkla ne artış ne de azalış, %45.9 olasılıkla artış; ORMA'nın hisse senedi değeri uzun dönemde %54.1 olasılıkla azalış, %4.5 olasılıkla ne artış ne de azalış, %41.5 olasılıkla artış; SUMAS'ın hisse senedi değeri uzun dönemde %48.8 olasılıkla azalış, %5.7 olasılıkla ne artış ne de azalış, %45.5 olasılıkla artış; son olarak YONGA'nın hisse senedi değeri uzun dönemde %52.9 olasılıkla azalış, %4.1 olasılıkla ne artış ne de azalış, %43.1 olasılıkla artış gösterecektir.

Hisse senetlerinin uzun dönem denge durumları bulunduktan sonra hisse senetlerinin beklenen getirileri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmış olup, hisse senetlerinin beklenen getirileri Çizelge 5'te sunulmuştur.

$$\text{Beklenen Getiri}_{\text{DGNMO}}=(0.423*974.92)+(0.037*1000)+(0.541*1030.36)=1006.82$$

Formüldeki 0.423, 0.037 ve 0.541 değerleri DGNMO kodlu hisse senedi için denge durumu olasılıklarını ifade etmektedir. 974.92 ve 1030.36 değerlerinin elde edilmesinde ise ilk olarak her hisse senedi için günlük değişim yüzde değerleri hesaplanmış ve daha sonra hisse senetlerinin günlük azalış ile artışlara ilişkin bu yüzde değişim oranlarının ortalamaları alınmıştır. Bir yıllık verilerle hesaplanan ortalama değer kaybetme oranı %2.508 ve değer kazanma oranı %3.036 olarak bulunmuştur. Buna göre DGNMO kodlu hisse senedine yatırılan 1000TL'nin ortalama değer azalış oranıyla 974.92 TL ve değer artış oranıyla da 1030.36 TL olması beklenmektedir. Yukarıdaki formülle hesaplanan 1006.82 ise DGNMO firmasının hisse senedine yatırılan 1000 TL'nin uzun dönemdeki beklenen değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5. Hisse senetlerinin değişim oranları ve beklenen getiriler.

Hisse Senedi Kodu	% Değişim		Değer (TL)		1000 TL'lik Hisse Senedinin Beklenen Getirisi	Sıralama
	Artış	Azalış	Artış	Azalış		
DGNMO	3.036	-2.508	1030.36	974.92	1006.81592	1
GENTS	2.636	-2.177	1026.36	978.23	992.70745	6
KLSYN	2.961	-2.183	1029.61	978.17	1002.85063	3
ORMA	3.944	-2.422	1039.44	975.78	1004.26458	2
SUMAS	3.361	-2.782	1033.61	972.18	1001.71639	5
YONGA	3.304	-2.387	1033.04	976.13	1002.61301	4

Çizelge 5'teki hesaplanan hisse senedi getirileri analiz edildiğinde, 6 firmanın hisse senedi değerlerinin birbirine yakın olduğu ve hisse senedinin beklenen getirisi en yüksek olan firma DGNMO çıkmıştır. Bu firmayı ORMA ve KLSYN takip etmektedir. Beklenen getirisi en düşük çıkan firma ise GENTS'tir. Markov zincirleri yöntemi kullanılarak durumların "yinelenme süreleri" de hesaplanabilmektedir. Yani, Markov zincirleri yöntemiyle araştırmadaki hisse senedi kapanış fiyatlarının değerinin azalma/aynı kalma/artma durumlarında iken bu durumlara tekrar kaç gün sonra geleceğine ilişkin değerler hesaplanmıştır. Bunun için hesaplanan uzun dönem denge durumu olasılıklarının çarpımsal tersi alınmıştır. Hisse senetlerinin yinelenme süreleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Hisse senetleri için durumlarının yinelenme süreleri.

Hisse senedi kodu	Azalış (j=1)	Aynı kalma (j=2)	Artış (j=3)
DGNMO	2.364	27.027	1.848
GENTS	2.105	50.000	2.020
KLSYN	2.033	20.408	2.179
ORMA	1.848	22.222	2.410
SUMAS	2.049	17.544	2.198
YONGA	1.891	24.631	2.322

Çizelge 6'ya göre, DGNMO firmasının hisse senedinin bir azalış veya artış durumunda ortalama 2 gün sonra tekrar azalış (2.364) veya artış (1.848) durumu ve aynı kalma durumunda ise ortalama 27 (27.027) gün sonra tekrar aynı kalma gösterecektir. Çalışma kapsamındaki diğer firmalarının da hisse senetlerinin azalış veya artış durumunda ortalama 2 gün sonra tekrar azalış veya artış durumu gösterecektir. Aynı kalma durumunda tekrar aynı kalma durumu gösterme süresi en fazla olan firma ortalama 50 gün süreyle GENTS çıkarken en düşük firma ortalama 18 gün süreyle SUMAS çıkmıştır.

#### 4. Sonuçlar

Hisse senetleri birçok parametrenin etkisi altındadır ve sürekli değişim göstermektedir. Gelecekteki hisse senedi hareketlerini tahmin etmek için çeşitli teknik, temel ve kantitatif metotlardan yararlanılmaktadır. Günümüzde ise özellikle problemlerin karmaşık ve öngörüye etkileyecek fazla sayıda değişkenin olması kantitatif metotların ön plana çıkmasına neden olmuştur. Belirsizlik altında karar verme sürecinde kullanılan kantitatif metotlardan biri de Markov zincirleridir. Bu çalışmada Markov zincirleri ile özellikle ülkemizin dış ticaretinde önemli bir yer sahip olan orman ürünleri ve mobilya sanayi alanındaki firma hisse senetlerinin gelecek fiyatlarının tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, orman ürünleri ve mobilya sanayinde hisse senedi yüzde getirileri Markov zincirleri ile tahmin edilmesi sonucunda yüzde 66.67 başarı oranına ulaşılmıştır. Belirlenen firmalarda değişkenliğin fazla olması tahmin gücünde olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Tahmin hatasının belirlendiği durumlarda Markov zincirlerinin yapay sınır ağları ile birlikte kullanımı hata payını azaltabilecektir. Hisse senetlerinin uzun dönem denge durum olasılıkları incelendiğinde uzun dönemde DGNMO hisse senedinin değerinde %50'nin üzerinde olasılıkla artış beklenilirken, ORMA ve YONGA hisse senetlerinin değerlerinde ise %50'nin üzerinde olasılıkla azalış beklenmektedir. Diğer üç hisse senedinden ikisinin değerlerinin de uzun dönemde yüksek

olasılıkla azalacağı ve birinin ise artacağı sonucuna varılmıştır. Yani altı hisseden dört hissenin değerinin uzun dönemde azalması beklenmektedir. Ayrıca, uzun dönemde çalışma kapsamındaki hiçbir hisse senedi için günlük değişimde değerinde azalma ne de artma olasılığı yüksek çıkmamıştır. Yüzde değişim oranları incelendiğinde, bütün firmaların hissesi için hisse senedi fiyatlarının artışı oranının azalış oranlarından daha fazla olduğu görülmektedir. Beklenen getiriler incelendiğinde, değer artış olasılığı uzun dönemde yüksek olan hisse senedinin beklenen getirisi en yüksek olan hisse senedi çıkmıştır. Tüm hisse senetleri için bir değerlendirme yapıldığında, değer azalışını değer azalışının takip etmesi için ortalama 2.06 gün; aynı kalma durumundan aynı kalma durumuna geçiş için ortalama 26.97 gün ve değer artışını değer artışının takip etmesi için ortalama 2.16 gün geçmesi beklenmektedir.

## Kaynaklar

- Ataman, G., Acar, E., ve Durak, M. G. (2017). Using markov chains in prediction of stock price movements: a study on automotive industry. 23rd International Scientific Conference on Economic and Social Development, 228-238, Madrid.
- Barnett, R. A., & Zieger, M. R. (2003). *Applied mathematics*. New Jersey: PrenticeHall.
- Başoğlu, U., Ceylan, A., ve Parasız, İ. (2009). *Finans: teori, kurum, uygulama*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Birgili, M.E. (2013). Teknik analiz yöntemi kullanan yatırımcıların davranışsal finans modelleri ile açıklanması Türkiye’de bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Budnick, F. S. (1988). *Applied Mathematics for business, economics and social sciences*. New York: McGraw-Hill Internationals Editions.
- Can, T., ve Öz, E. (2009). Saklı markov modelleri kullanılarak Türkiye’de dolar kurundaki değişimin tahmin edilmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38(1), 1-23.
- Dahamsheh, A., ve Aksoy, H. (2009). Kurak bölge aylık yağışlarının markov zinciri eklenmiş koşullu ileri beslemeli geri yayılımı yapay sinir ağları ile tahmin. *İTÜ dergisi/d*, 8(6), 37-48.
- D’Amico, G., & Petroni, F. (2012). A semi-markov model for price returns. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(20), 4867-4876.
- Dewachter, H. (2001), Can markov switching models replicate chartist profits in the foreign exchange market?. *Journal of International Money and Finance*, 20, 25-41.

- Doubleday, K. J., & Esunge, J. N. (2011). Application of markov chains to stock trends. *Journal of Mathematics and Statistics*, 7(2): 103-106.
- Dueker, M., & Neely, C.J. (2007), Can markov switching models predict excess foreign exchange returns?.*Journal of Banking & Finance*, 31, 279-296.
- Ergeç, F. (1996). Markov analizi ile hisse senedi fiyatının tahmin edilmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. 25(2), 123-151.
- Fılar, J. & Vrieze, K. (1996).*Competitive markov decision problems*. New York: Springer.
- Fitriyanto, A. ve Lestari, T.E. (2018). Application of markov chain to stock trend: a study PT HM Sampoerna, tbk.3rd Annual Applied Science and Engineering Conference, 012007-1-012007-6, Bandung, Indonesia.
- Hsu, C. M. (2011). A hybrid procedure with feature selection for resolving stock/futures price forecasting problems. *Neural Computing and Applications*, 22, 651-671.
- Idolor, E. J. (2010). Security prices as markov processes. *International Research Journal of Finance and Economics*, 59, 62-76.
- İlarslan, K. (2014). Hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilmesinde markov zincirlerinin kullanılması: İMKB 10 bankacılık endeksi işletmeleri üzerine ampirik bir çalışma. *Journal of Yaşar University*, 9(35), 6185-6198.
- Kallah-Dadagu, G., Apatu, V., Okoe Mettle, F., Arku, D. & Dedrah, G. (2022). Application of markov chain techniques for selecting efficient financial stocks for investment portfolio construction. *Journal of Applied Mathematics*, 2863302, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/2863302>
- Karaca, M. E., ve Alp, S. (2017). Markov zincirleri yöntemini kullanarak altın fiyatları ile BIST 100 endeksi arasındaki ilişkinin analizi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 18(40), 1-12.
- Konuralp, G. (2005). *Sermaye piyasaları: analizler, kuramlar ve portföy yönetimi*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Kostandinova, V., Georgiev, I., Mihova, V., & Pavlov, V. (2021). An application of markov chains in stock price prediction and risk portfolio optimization. Seventh International Conference on New Trends in the Applications of Differential Equations in Sciences (NTADES 2020), 030018-1-030018-11, St. Constantin and Helena, Bulgaria
- Liu, T. (2010). Application of markov chains to analyze and predict the time series. *Modern Applied Science*, 4(5), 162-166.

- Önder, A. (2005). Hisse Senedi piyasasında teknik analiz yönteminin güvenilirliğinin test edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Öz, E. (2009), İstanbul menkul kıymetler borsası üzerine saklı markov modeli ile bir tahminleme. *Gazi Üniversitesi Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 20(72), 59-85.
- Özdemir, A., ve Demireli, E. (2014). Hisse senedi fiyat verimliliğinin markov zincirleri ile analizi BIST teknoloji endeksi hisse senedi fiyatları üzerine bir uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 1, 41-60.
- Ross, S. M. (2014). Introduction to probability models. USA: Academic Press.
- Shiyun, W., Guan, L. K., & Chang, C. (1999), A new methodology for studying intraday dynamics of nikkei index futures using markov chains. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 9, 247-265.
- Taha, H. A. (2007). *Operations research: an introduction*. USA: Pearson.
- Takacs, L. (1960). *Stochastic processes: problems and solutions*. London: Methuen & Co./ John Wiley.
- URL-1. (2023). <https://www.isyatirim.com.tr/tr-tr/analiz/hisse/Sayfalar/default.aspx>. Erişim Tarihi: 05.04.2023
- Vasanthi, S., Subha, V., & Nambi, S. T. (2011). An empirica 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., & Goldberg J. B. (2004). *Operations research: applications and algorithms*. Belmont: Cengage Learning.
- Yenisu, E. (2020). Hisse senetleri fiyatlarının markov zincirleri ile analizi: BIST 100 şirketleri üzerine bir uygulama. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2), 261-277.