

Markov Zincirleri Yöntemi Kullanılarak Altın Fiyatları ile BIST 100 Endeksi Arasındaki İlişkinin Analizi

Mahmut Eymen KARACA¹, Selçuk ALP²

Öz

Altın ve hisse senedi fiyatları ekonomik faaliyetleri etkileyen önemli unsurlar arasındadır. Bu çalışmanın temel amacı altın fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Markov Zincirleri yöntemi kullanılarak araştırmaktır. Markov zincirleri, gelecekte olması muhtemel olan bir olay ya da eylemin, geçmiş olaylara değil, sadece mevcut duruma bağlı olması durumu olarak tanımlanabilir. Çalışmanın uygulama bölümünde Markov zinciri yöntemi kullanılarak 27.07.1995 – 27.07.2015 dönemine ait altın fiyatları ve BİST 100 endeksi kapanış değerleri arasındaki ilişkinin uzun dönem denge durumları tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Markov Zincirleri, Stokastik Süreçler, Altın Fiyatları, BIST 100 Endeksi
Jel Kodu: C13, C44, C63

Analysis of the Relationship Between the Gold Prices and BIST 100 Index Using Markov Chain Method

Abstract

Gold and stock prices are among the important factors affecting economic activity. The main objective of this study was to investigate long-term relationship between gold prices and stock prices, using Markov Chain method. Markov chains can be described as the probability distribution of an event or action that is likely to be in the future depends only on the current state and not on the sequence of events that preceded it. In the application part of the study for the period of 27/07/1995 – 07/27/2015 the relationship between gold price and the closing price of BIST 100 Index with the using the Markov chain method steady state in long term is estimated.

Key Words: Markov Chains, Stochastic Processes, Gold Price, BIST 100 Index
Jel Code: C13, C44, C63

Makale Bilgileri / Article Info

Alındığı Tarih / Received 02.04.2016

Kabul tarihi / Accepted 05.09.2017

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Şehir Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, mahmuteymenkaraca@gmail.com

² Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, selcuk.alp@gmail.com

Giriş

Rekabetin artması ile işletmelerin karar verme sürecinde belirsizlik düzeyi artmakta ve bu nedenle işletmelerin karar verme süreci stokastik bir yapıya dönüşmektedir. İşletmelerin belirsizlik içeren durumlarda etkin kararlar verebilmeleri için en önemli unsurlardan biri, kararlara temel oluşturan ve planlama faaliyetlerinin de ayrılmaz bir parçası olan tahminleme süreci olmaktadır. İşletmelerin geleceğe ilişkin yapmakta olduğu bu tahminler, değişimlere ve risklere kendilerini hazırlamalarını sağlamaktadır. İşletmeler karar verme sürecinde deterministik nitelik taşıyan çeşitli tahminleme yöntemlerinden faydalanabilmektedirler. Fakat yöneticiler çoğunlukla, belirsizlik içeren olgulara dayanan kararlar verme durumu ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu kararların verilmesinde ise risk unsurunu da dikkate alan çeşitli kantitatif teknikler kullanılabilir. Belirsizlik altında karar verme sürecinde kullanılan stokastik modellerden biri olan Markov zincirleri, geniş bir uygulama alanına sahiptir (Özdemir ve Gümüüşoğlu, 2007).

Markov zincirler gerçek hayatta bir dizi rasgele olayın açıklanmasında ve gelecekteki durumlarına ilişkin tahminlerin elde edilmesinde kullanılan tekniklerden biridir. Markov zincirleri bir önceki olaya bağlı bir olasılıktır. Bağımlı olasılık problemlerinin büyük bir bölümünün çözümünde başarı ile uygulanan Markov tekniği, Rus matematikçisi A. Markov tarafından 1907 yılında ortaya konulmuş olup matematiksel temele dayanmaktadır. Markov zincirleri yönteminin temelini geçmiş ve şimdiki zamandaki olayların gelecekteki olasılıklarını bulma oluşturmaktadır (Doğan, 1995).

Markov süreci bir olasılık sürecidir ve gelecekteki olayların durumları ile ilgilidir. Markov süreçleri ileride ortaya çıkması olası durumların gerçekleşme olasılıklarının, geçmiş verilere dayalı değil, yalnızca şu andaki verilerden yararlanarak bulunduğu süreçlerdir. Markov süreçlerinin temel özelliği, belirli bir zaman dilimi içinde çeşitli durumlarda bulunmanın ve bir durumdan diğer duruma geçişin olasılıklarının göz önüne alınmasıdır. Bir durumdan diğer duruma geçiş daha önceki durumlara bağlı olmayıp, sadece bir önceki duruma bağlı olduğundan dolayı Markov süreci için önceki durum hariç, daha önceki durumların bilinmesi gereksinimi yoktur. Bu özelliğe Markov özelliği denir (Rüzgar, 2003).

İşletmelerin belirsizlik altında vermeleri gereken kararlarda, incelenen süreç ya da sistemin gelecek periyotlardaki değişimlerini ortaya koyan Markov zincirleri analizi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Markov zinciri, stokastik süreçlere uygulanan bir olasılık modeli olması dolayısıyla meteoroloji, hidroloji vb. bilim dallarında da ısrarlılığın incelenmesinde, başlangıç ve geçiş olasılıkları ile verilen bir periyot için olası durumların olasılıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu olasılıklar ayrıca inşaat, tarım, endüstri, turizm, spor vb. alanlarda kullanılabilir önemli bilgiler taşımaktadır.

1. Literatür Araştırması

Markov Zinciri yöntemi kullanılarak yapılmış olan çalışmalardan bazılarında aşağıda değinilmiştir.

İlarsan (2014) çalışmasında, Markov zincirleri analizi ile finans alanında hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmini ile ilgili bir uygulama gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda elde edilen sonuçların, yatırımcılara ve ilgililere gelecekteki hisse senedi fiyat hareketlerinin yönü ile ilgili bilgiler sunduğu ifade edilmiştir.

Öztürk (2013) çalışmasında, Hücresel Otomat-Markov Zinciri yöntemi ile Samsun-Merkez kıyı alanlarında 1987 ve 2004 yıllarına ait arazi kullanımı/örtüsü dikkate alınarak, 2004 yılına göre 30 yıllık bir periyot ile 2034 yılı için kentsel yayılma simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Kullanılan yöntemin geçerliliğini denetlemek için 2009 yılı kentsel yayılma simülasyonu, 2009 yılı arazi kullanımı/örtüsü verileriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; CBS ve Uzaktan Algılama ile entegre Hücresel Otomat-Markov Zinciri yaklaşımının kentsel büyüme dinamiklerinin araştırılmasında etkin bir yol olduğu ortaya konulmuştur.

Özel ve Solmaz (2012) çalışmalarında Markov Zinciri Analizi'nin başlangıç ve geçiş olasılıklarının, deprem modellenmesinde kullanılabilecek önemli bilgiler taşıdığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada Kandilli Rasathanesi kayıtlarına dayanan 108 yıllık deprem verisine Markov zinciri yaklaşımı uygulanmış ve deprem büyüklüklerinin ve tekrarlanma yıllarının tahmini de yapılmıştır.

Ülkelerin kredi riski notları o ülkenin uluslararası sermaye piyasalarındaki borçlanabilme kapasitesi ile doğrudan ilgilidir. Bir ülkenin kredi riski notları bağımsız birçok kuruluş tarafından belirlenmektedir. Akyurt'un (2011) çalışmasında bu kuruluşlardan biri olan "Moody's" in verilerini esas alınarak Markov zinciri oluşturulmuştur. Ülke kredi notlarının Markov zinciri analizi için gerekli olan geçiş matrisine ulaşılarak, uzun dönem denge durumu ve ortalama ilk geçiş zamanı sonuçları belirlenmiştir.

Özdemir ve Gümüsoğlu (2007) çalışmalarında, masa örtüsü üreten bir firmanın ay sonu mevcut envanter miktarlarındaki değişimlere ilişkin tahminlerin geliştirilmesinde Markov zincirleri analizinden faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre firmanın gelecek periyodlar için alması gereken önlemler belirlenerek önerilerde bulunulmuştur.

Akyurt ve Özçakar (2005) çalışmalarında, Türkiye'de zorunlu trafik sigortası priminin belirlenmesinde "Hasarsızlık İndirimi veya Zamlı Prim Sistemi" uygulaması analiz edilmiş ve uygulama, otomobiller üzerine yapılmıştır. Çalışmada önce sigorta sistemi kısaca tanıtarak Markov zincirine uygun olduğu gösterilmiş, daha sonra her poliçenin ne kadar prim ödeyeceğini gösteren basamaklar durum olarak ifade edilerek, geçiş matrisi oluşturulmuştur. Uygulamanın son kısmını ise

Markov zinciri analizi oluşturmaktadır. Uzun vadedeki kararlı hal yapısı belirlenerek sonraki yıllarda Türkiye ekonomisine katkısı araştırılmıştır.

Koçak ve Şen (1998) çalışmalarında, kurak ve yağışlı günlerin oluşumlarını Markov zinciri yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmada Markov zinciri yaklaşımı, Göztepe meteoroloji istasyonunda ölçülmüş olan 30 yıllık günlük toplam yağış verilerine kullanılmıştır. Sonuç olarak Göztepe yağış verilerinin 1. mertebeden Markov zinciri yaklaşımı ile modellenebileceğini ortaya konulmuştur.

Saatçioğlu'nun (1978) çalışmasında, Türkiye Elektrik Kurumu personelinin birimler arası personel geçişlerini tahmin etmek üzere geliştirilen Markov zinciri modeli ele alınmıştır. Model kurulan geçiş olasılık matrisinin düzenli ve yutucu oluşuna göre kurumun kritik insan gücü sınıfı olan elektrik mühendislerinde 17 fonksiyonel grup için denenmiş ve karar verici için önemli sayılabilecek bilgiler türetildiği ifade edilmiştir.

Eğitime başlayan bir öğrencinin eğitimin hangi aşamasına kadar devam edebileceği olasılığının bilinmesi, eğitimin yeniden ve istenilen biçimde planlanabilmesi için oldukça önemlidir. Alp (2007) çalışmasında, eğitim sürecinin durumları okul öncesi eğitim, ilköğretim, ortaöğretim, yükseköğretim ve yükseköğretimden mezuniyet ele alınmıştır. Öğrencinin hangi eğitim aşamasında olduğu rassal değişken olarak belirlenmiştir. Söz konusu olasılıkların tahmin edilebilmesi için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan veriler kullanılmıştır. Bu veriler yardımı ile Markov Geçiş Olasılıkları matrisi oluşturulmuştur. Kız, erkek ve genel öğrenci sayılarına göre oluşturulan bu matrisler kullanılarak genel tahminlerde bulunulmuş ve kız ve erkek öğrenciler arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.

Altın fiyatları ve BIST endeksi üzerine yapılmış olan çalışmalardan bazılarını aşağıda değinilmiştir.

Poyraz ve Didin (2008) çalışmalarında Türkiye'deki altın fiyatlarının döviz kuru, döviz rezervi ve petrol fiyatlarındaki değişime ne derece bağımlı olduğunu çoklu faktör model yardımıyla belirlemeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları, altın fiyatları üzerinde döviz kurunun, petrol fiyatlarının ve döviz rezervlerinin etkisinin olduğunu göstermiştir. Başka bir ifade ile; altın fiyatlarını bu üç faktör, farklı anlam düzeylerinde etkilediği belirlenmiştir.

Aksoy ve Topcu (2013) çalışmalarında bir yatırım aracı olarak altın ile hisse senedi, devlet iç borçlanma senetleri, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre altının enflasyona karşı değerini koruduğundan, güvenli bir yatırım aracı olduğu ortaya konulmuştur. Uzun dönemli analiz sonuçlarına göre altın fiyatlarının devlet iç borçlanma senetleri, hisse senetleri, tüketici fiyat endeksi ve üretici fiyat endeksi ile nedensellik ilişkisi içinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca devlet iç borçlanma

senetleri, hisse senedi fiyatları ve tüketici fiyat endeksinin altın fiyatlarını; altın ise üretici fiyat endeksinin etkilediği belirlenmiştir.

2. Matematiksel Model

2.1. Stokastik Süreç ve Markov Zincirleri

Zaman içerisinde önceden tahmin edilemeyecek şekilde gelişen süreçlere stokastik süreçler adı verilir. Belirsizliğe, olayların tutarsızlığından kaynaklanan ve kontrol edilemeyen değişimler neden olmaktadır (Alp, 2007).

Rasgele değişkenlerin bir $\{X(t) : t \geq 0\}$ kümesi stokastik süreç olarak adlandırılır. Stokastik süreç, verilen bir T kümesinden alınan t bir zaman parametresi olmak üzere $\{X_t\}$ rasgele değişkenler kümesi ile tanımlanmaktadır (Halaç, 2001:99). Burada t değişkeni bilinen bir T kümesine ait bir zaman indisini göstermektedir. Rasgele değişkenin alabileceği her bir değere durum denilir. Bundan dolayı rasgele değişken $\{X_t\}$ için durum değişkeni ifadesi de kullanılmaktadır. Bu durumda, rasgele değişkenin alabileceği değerlerin tanımlandığı S uzayı durum uzayı olarak adlandırılır. Durum uzayı S sürekli ya da kesikli değerlerden oluşabilir. Buna göre $\{X_t\}$ süreci, sürekli-durumlu stokastik süreç ya da kesikli-durumlu stokastik süreç olarak adlandırılır. Aynı şekilde zaman kümesi T de sürekli ya da kesikli olabilir. T sürekli değerler olabiliyorsa, $\{X_t\}$ süreci sürekli-zamanlı stokastik süreç olarak; eğer T tamsayı değerlerle sınırlanmışsa, yani $T = \{0, 1, 2, \dots\}$ ise, $\{X_t\}$ süreci kesikli-zamanlı stokastik süreç olarak adlandırılır (Aygüneş, 2001: 508).

Markov sürecini modelinin kurulabilmesi için, incelenen sistemin içinde bulunabileceği farklı durumların ve bu durumlardan her birinden diğerine geçiş olasılıklarının bilinmesi gereklidir (Saatçioğlu, 1978: 252).

Markov süreçleri ileride ortaya çıkması muhtemel durumların gerçekleşme olasılıklarının, geçmiş verilere değil, yalnızca şu andaki verilerden yararlanarak bulunduğu süreçlerdir (Levin vd., 1982). Bu açıdan bakıldığında, Markov süreci için önceki durum hariç, daha önceki durumların bilinmesine gerek yoktur. Bu özelliğe Markov özelliği denilir. Markov özelliği olan bir sistemde, bir durumdan diğer duruma geçiş, sadece bir önceki duruma bağlı olan koşullu olasılıklar ile ifade edilir. Şöyle ki, t_{n-1} anındaki durum olasılığı x_{n-1} , t_n anındaki durum olasılığı x_n ve ξ_{t_n} ile $\xi_{t_{n-1}}$ rastsal değişkenler olmak üzere, t_n anında x_n de olma olasılığı

$$P_{x_{n-1}, x_n} = P(\xi_{t_n} = x_n \mid \xi_{t_{n-1}} = x_{n-1}) \quad (1)$$

koşullu olasılığı ile gösterilir ve bu koşullu olasılık sistemin t_{n-1} anından t_n anına geçişi tanımladığından buna bir adımlı geçiş denir.

k adımlı geçiş olasılığı ise Z_{t_n} rastsal değişken olmak üzere,

$$P_{x_n, x_{n+k}} = P(\xi_{t_{n+k}} = x_{n+k} \mid \xi_{t_n} = x_n) \quad (2)$$

ile ifade edilir. $t_0 < t_1 < \dots < t_n$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) zamana ait noktaları gösteriyorsa $\{\xi_{t_n}\}$ rastsal değişkenler ailesi, $\xi_{t_0}, \xi_{t_1}, \xi_{t_2}, \dots, \xi_{t_n}$ lerin bütün olası değerleri için,

$$P(\xi_{t_n} = x_n \mid \xi_{t_{n-1}} = x_{n-1}, \dots, \xi_{t_0} = x_0) = P(\xi_{t_n} = x_n \mid \xi_{t_{n-1}} = x_{n-1}) \quad (3)$$

biçiminde verilen Markov özelliğine sahip ise buna bir Markov süreci adı verilir (Rüzgar, 2003:165-166).

Kesikli zaman stokastik sürecin özel bir türü Markov zinciridir. Markov sürecine aşağıda verilen özellikleri karşıladığında sonlu durum birinci dereceli Markov zinciri adı verilir.

Durumların $\{1, 2, \dots, n\}$ gibi sonlu bir kümesi vardır. Diğer bir ifade ile olanaklı durumlar kümesi sonludur.

Gelecekteki durumun olasılığı sadece kendinden bir önceki duruma bağlıdır.

Geçiş olasılıkları (p_{ij}) zaman içinde değişmez ve ulaşılan duruma bağımsızdır (Revuz, 1991, s.167).

Markov zincirleri, dinamik ve stokastik sistemlerin analizinde ve özellikle bir sistemin zaman boyunca içinde bulunabileceği farklı durumlar arasında yaptığı hareketlerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Markov zincirlerinin, sistemin belli bir anda bulunacağı durumu tahmin etme özelliğinin yanında söz konusu sistemin uzun dönemde (denge durumu) bulunacağını durumu tahmin etme yeteneği de vardır (Aytemiz ve Şengönül, 2004: 33).

Markov analizi, bir optimizasyon yöntem olmayıp, çeşitli karar durumlarında karar vermeye yardımcı olabilecek olasılıklı bilgiler sağlayan bir yöntemdir. Markov zinciri analizlerinde durumlar önemli rol oynamakta ve Markov zincirlerinin çözüm süreci, durumların ve zincirin taşıdığı özelliklere göre değişmektedir. Markov zincirleri analizinde yer alan durumlar;

- Ulaşılabilir Durum,
- Açılımlı Durum,
- Geçici Durum,
- Yinelenen Durum,
- Yutucu Durum,
- Periyodik Durum,
- Ergodik Durum

biçiminde sıralanabilmektedir. Uygulamalarda ortaya konan Markov zinciri incelenirken bu durum özellikleri ele alınmaktadır (Özdemir ve Gümüşoğlu, 2007: 340).

2.2. Denge Durumu

Bir geçiş matrisinin tüm kuvvetlerinde bulunan tüm elemanların hepsi sıfırdan büyük ise bu geçiş matrisine düzenli matris denir. Bir Markov zincirinin düzenli geçiş matrisi var ise buna Düzenli Markov Zinciri adını alır. Markov zincirinde çok sayıda geçişin ardından ya da n 'in yeterince büyük değerleri için $P^{(n)}$ geçiş olasılıkları matrisi sabit olma eğilimindedir (Rüzgar, 2003: 168).

K durum içeren P matrisi düzenli geçiş matrisi ise $q_1 + q_2 + \dots + q_k = 1$ koşulunu sağlayan pozitif sayılar için $n \rightarrow \infty$ iken

$$P = \begin{bmatrix} q_1 & q_1 & K & q_1 \\ q_2 & q_2 & K & q_2 \\ K & K & K & K \\ q_k & q_k & K & q_k \end{bmatrix} \quad (4)$$

olur. Diğer bir ifade ile n-adım geçiş matrisi her satırı diğerlerine eşit ve toplamları 1'e eşit olan bir matris haline dönüşür (Anton ve Rorres, 1994: 641).

Ergodik bir Markov zinciri (bir markov zincirindeki bütün durumlar tekrarlanan, aperiodyk ve birbiriyle haberleşen durumlar ise ergodiktir) için, m_{ij} , i durumunda iken j durumuna ilk kez ulaşmak için gerekli geçiş sayısının beklenen değeri olsun. Bu durumda m_{ij} , i durumundan j durumuna ortalama ilk geçiş zamanı olarak adlandırılır. Sistemin i durumunda olduğu kabul edildiğinde, p_{ij} olasılığıyla i durumundan j durumuna bir geçişte gidilecektir. Öte yandan, p_{ik} olasılığıyla ($k \neq j$), k durumuna geçilecek ve bu durumda ise i durumundan j durumuna ortalama $1 + m_{kj}$ geçişte gidilecektir. Bu açıklamaya göre,

$$m_{ij} = p_{ij}(1) + \sum_{k \neq j} p_{ik}(1 + m_{kj}) \quad (5)$$

ve

$$P_{ij} + \sum_{k \neq j} P_{ik} = 1 \quad (6)$$

olacağından yukarıdaki denklem

$$m_{ij} = 1 + \sum_{k \neq j} P_{ik} \cdot m_{kj} \quad (7)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan elde edilecek denklem sistemi çözülerek bütün ortalama ilk geçiş zamanları bulunabilir (Aygüneş, 2001: 530).

3. Data ve Ekonometrik Sonuçlar

3.1. Data

Markov zincirlerinin, sistemin uzun dönemde ulaşacağı denge durumunu etkin bir şekilde hesaplama özelliği bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

Çalışmada, 27.07.1995 – 27.07.2015 tarihleri arasında altın fiyatları (Ağırlıklı Ortalama Fiyatı – ABD Doları/Ons) ve BİST 100 kapanış verileri kullanılmıştır. Bu veriler Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasının (TCMB) Elektronik veri Dağıtım Sisteminden (EVDS) alınmıştır.

3.2. Analiz Sonuçları

Sistemde kullanılmak üzere, altın fiyatı ve BİST 100 endeksi değerini bir önceki işlem gününe göre değişim oranının %0 ile \pm %0.1 arasında olması bir durumunda bir değişiklik olmadığı kabul edilmiş ve sistemdeki durumlar bu şekilde belirlenmiştir. Sistemde toplam 9 durum söz konusu olmaktadır. Sistemdeki bu durumlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 1: Sistemdeki Durumlar

Durum Kodu	Açıklama
A-B-	Altın fiyatlarında %0.1 azalış; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 azalış
A-B0	Altın fiyatlarında %0.1 azalış; BIST 100 kapanış değerinde değişiklik yok
A-B+	Altın fiyatlarında %0.1 azalış; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 artış
A0B-	Altın fiyatlarında değişiklik yok; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 azalış
A0B0	Altın fiyatlarında değişiklik yok; BIST 100 kapanış değerinde değişiklik yok
A0B+	Altın fiyatlarında değişiklik yok; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 artış
A+B-	Altın fiyatlarında %0.1 artış; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 azalış
A+B0	Altın fiyatlarında %0.1 artış; BIST 100 kapanış değerinde değişiklik yok
A+B+	Altın fiyatlarında %0.1 artış; BIST 100 kapanış değerinde %0.1 artış

TCMB'nın EVDS veri bankasından alınan değerler kullanılarak oluşturulan Markov Geçiş Matrisi Tablo 2'de verilmiştir. Tablodaki matrisin satırları sistemin t zamanındaki durumlarını, sütunları ise sistemin t+1 zamanındaki durumlarını göstermektedir. Herhangi bir satır ile sütunun kesiştiği nokta sistemin satırda belirtilen durumdan sütunda belirtilen duruma bir adımdaki geçiş olasılığını vermektedir.

Tablo 2: Markov Geçiş Matrisi

	A-B-	A-B0	A-B+	A0B-	A0B0	A0B+	A+B-	A+B0	A+B+
A-B-	0,1818	0,0028	0,2043	0,1125	0,0019	0,1238	0,1546	0,0009	0,2174
A-B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A-B+	0,1845	0,0000	0,1863	0,1107	0,0035	0,1362	0,1828	0,0009	0,1951
A0B-	0,1282	0,0000	0,1538	0,1667	0,0000	0,1667	0,1923	0,0000	0,1923
A0B0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A0B+	0,1682	0,0000	0,0935	0,1215	0,0000	0,2523	0,1869	0,0093	0,1683
A+B-	0,1694	0,0009	0,2118	0,1077	0,0028	0,1013	0,1750	0,0018	0,2293
A+B0	0,0000	0,0000	0,3333	0,1667	0,0000	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000
A+B+	0,1870	0,0008	0,1631	0,1042	0,0016	0,1090	0,2052	0,0016	0,2275

Tablo 2'de verilen Markov Geçiş Matrisi kullanılarak Markov Zinciri analizi gerçekleştirilmiş ve sistemin uzun dönem denge durumları hesaplanmıştır. Hesaplanan uzun dönem denge durumları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Uzun Dönem Denge Durumları

Durum Kodu	Denge Durumu Olasılığı (%)
A-B-	0,1796
A-B0	0,0011
A-B+	0,1876
A0B-	0,1098
A0B0	0,0023
A0B+	0,1221
A+B-	0,1806
A+B0	0,0015
A+B+	0,2155

Denge durumu vektörü incelendiğinde, uzun dönemde durumların,

- %17.96'sında hem BİST 100 endeksinde hem altın fiyatlarında düşüş,
- %0.11'inde altın fiyatlarında düşüş, BİST 100 endeksi sabit,
- %18.76'sında altın fiyatlarında düşüş, BİST 100 endeksinde artış,
- %10.98'inde altın fiyatları sabitken BİST' 100 endeksinde artış,

- %0.23’inde hem altın fiyatları hem BİST 100 endeksi sabit,
- %12.21’inde altın fiyatlarında sabitken, BİST 100 endeksinde artış,
- %18.06’sında altın fiyatlarında artış, BİST 100 endeksinde düşüş,
- %0.15’inde altın fiyatlarında artış, BİST 100 endeksi sabit,
- %21.55’inde hem altın hem BİST 100 endeksinde artış,

olduğu görülecektir.

Diğer bir bakış açısından bakıldığında, Altın fiyatlarının azaldığı durumların $(0,1796+0,0011+0,1876=0,3683)$ %48.76’sında $(0,1796/0,3683)$ BİST 100 endeksi azalmakta, %0.29’unda $(0,0011/0,3683)$ sabit kalmakta ve %50,93’ünde $(0,1876/0,3683)$ artmaktadır.

Altın fiyatlarının sabit olduğu durumların %46.88’inde BİST 100 endeksi azalmakta, %0.98’inde sabit kalmakta ve %52.13’ünde artmaktadır. Altın fiyatlarının arttığı durumların %45.42’sinde BİST 100 endeksi azalmakta, %0.37’sinde sabit kalmakta ve %54.20’sinde artmaktadır.

Benzer şekilde, BİST 100 endeksinin azaldığı durumların %38.21’inde altın fiyatları azalmakta, %23.36’sında sabit kalmakta ve %38.42’sinde artmaktadır. BİST 100 endeksinin sabit olduğu durumların %22.44’ünde altın fiyatları azalmakta, %46.93’ünde sabit kalmakta ve %30.61’inde artmaktadır. BİST 100 endeksinin arttığı durumların %35.71’inde altın fiyatları azalmakta, %23.24’ünde sabit kalmakta ve %41.03’ünde ise artmaktadır.

Sonuç

Altın ve hisse senedi fiyatları ekonomiyi etkileyen ve yatırımcıların yakından ilgilendiği ve izlediği unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın temel amacı altın fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasındaki uzun dönemli ilişkinin Markov Zincirleri yöntemi ile analizi oluşturmaktadır. Markov zincirler gerçek hayatta bir dizi rasgele olayın açıklanmasında ve gelecekteki durumlarına ilişkin tahminlerin elde edilmesinde kullanılan tekniklerden biri olduğu için analiz için bu yöntem seçilmiştir. Çalışmanın uygulama bölümünde Markov zinciri yöntemi yardımı ile 27.07.1995 – 27.07.2015 dönemine ait altın fiyatları ve BİST endeks kapanış değerleri yardımı ile uzun dönem denge durumları tahmin edilmiştir.

Uzun dönem denge durumları incelendiğinde altın fiyatları ile BİST 100 endeksinin paralel (ikisinin değerlerinin aynı yönde hareket etmesi) ya da zıt (birinin değeri artarken diğerinin azalması) yönde hareketinin daha yoğun olduğu konusunda bir tespit bulunamadığı görülecektir. Birinin değerinin artışı ya da azalışı diğerinin değerinin artışı ya da azalışı hakkında bir belirti içermediği söylenebilir. Sonuç olarak incelenen dönemde altın fiyatları ve BİST 100 endeksi arasında belirgin tek yönlü bir ilişkinin (pozitif veya negatif) olmadığı ortaya konulmuştur.

Altın fiyatları ve BİST 100 endeksi incelenen dönemin %36,82'inde ters yönde, %39,51'inde ise paralel yönde hareket etmiş ve %23,68'inde ise en az birinin fiyatı sabit (%0,1'den az değişim) kaldığı görülmektedir.

Diğer altın fiyatının veya BİST 100 endeksi herhangi birinin sabit olduğu durumların %47,29'unda diğerinin fiyatı artmış, %52,70'inde azalmış ve %0,23'ünde ise sabit kalmıştır.

Altın fiyatları ve BİST 100 endeksi arasında tek yönlü bir ilişkinin olmamasının birkaç nedeni bulunmaktadır. Türkiye'de altının bir yatırım aracı olmasının yanı sıra hediye takı olarak belli bir düzeyde sürekli bir talebinin bulunması dolayısıyla fiyatının diğer yatırım araçlarından bağımsız olmasıdır. Diğer bir neden ise daha yüksek miktarda yatırım yapan kurumsal yatırımcıların portföyleri çeşitlendirmek amacıyla nispeten risksiz olan araçları da tercih etmesidir.

Kaynakça

- Aksoy, M., Nurettin, T. (2013), "Altı ile Hisse Senedi ve Enflasyon Arasındaki İlişki", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 27, Sayı: 1, s.59-78.
- Akyurt, İ., Z. (2005), Markov Zincirleri ve Trafik Sigortası Hasarsızlık İndirimi veya Zamlı Prim Sisteminin Markov Zinciri ile İfade Edilerek Analizi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enditüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Akyurt, İ., Z. (2011), "Ülke Değerlendirme Sisteminin Markov Zinciri ile Analizi", Yönetim: İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi, Cilt:22, Sayı:69, 45-60.
- Alp, S. (2007), "Türkiye'de Eğitim Sürecinin Markov Geçiş Modeli", 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, 24-25 Mayıs 2007, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Anton, H., Chris, R. (1994), Elementary Linear Algebra: Applications Version, John Wiley Sonns Inc., Canada.
- Aygüneş, H. (2001), Yöneylem Araştırması Ders Kitabı. Ankara: Kara Harp Okulu Basımevi.
- Aytemiz, T., Ahmet, Ş. (2004), "Markov Zincirlerinin Ekonomik Bir Probleme Uygulanması: Alışverişlerde Bireysel Olarak Kullanılan Madeni Para Stratejilerinin Karşılaştırmalı Analizi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 4, s.29-43.
- Doğan, İ. (1995), Yöneylem Araştırması Teknikleri, Bilim Teknik Yayınları, Eskişehir.

- Halaç, O. (2001), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*, Alfa Kitabevi, 5. Baskı, Bursa.
- İlarsan, K. (2014), "Hisse Senedi Fiyat Hareketlerinin Tahmin Edilmesinde Markov Zincirlerinin Kullanılması: İMKB 100 Bankacılık Endeksi İşletmeleri Üzerine Ampirik Bir Çalışma", *Cilt: 9, Sayı: 35*, 6185-6198.
- Koçak, K., Zekai, Ş. (1998), "Kurak ve Yağışlı Gün Oluşumlarının Markov Zinciri Yaklaşımı ile Uygulamaları İncelenmesi", *TÜBİTAK Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi, Sayı : 22, s. 479-487*.
- Levin, R., I., Kirkpatrick, C., A., Rubin, D., S. (1982), *Quantitative Approaches To Management, Fifth Edition*, McGraw-Hill, Tokyo.
- Önalın, Ö.(1994), "Markov Süreçleri", *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 1, s.125-130*.
- Özdemir, A., Y., Şevkinaz Gümüşoğlu (2007), "İşletmelerin Tahminleme Sorunlarının Çözümünde Markov Zinciri Analizinin Uygulanması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, 337-357*.
- Özel, G., Aysun, S. (2012), "Markov Zinciri Analizi ile Deprem Zamanı ve Yerinin Tahmini", *Çankaya University Journal of Science and Engineering, Cilt:9, Sayı:2, 125-138*.
- Öztürk, D. (2013), "Hücreyel Otomat-Markov Zinciri Yöntemiyle Samsun Kıyı Alanlarındaki Mekansal Değişimlerin Modellenmesi", *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara*.
- Poyraz, E., Didin, S. (2008), "Altın Fiyatlarındaki Değişimin Döviz Kuru, Döviz Rezervi ve Petrol Fiyatlarından Etkilenme Derecelerinin Çoklu Faktör Modeli ile Deđerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 2, s.93-104*.
- Revuz, D. (1991), *Markov Chains*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Rüzgar, N. (2003), "Bir İşletmenin Ödemeler Dengesinin Markov Süreçleri Yardımıyla Analizi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 1, 164-179*.
- Saatçioğlu, Ö. (1978), "Birimler Arası Personel Geçişlerinin Kestiriminde Markov Zinciri Yaklaşımı", *Yöneylem Araştırması Bildiriler'78, s:251-271*.
- Taha, H.(1992), *Operating Research*, Prince-Hill, New Jersey.