

Gönderim Tarihi: 29.09.2016 Kabul Tarihi: 09.03.2017

HİBRİT MARKOV ZİNCİRİ SÜRECİ İLE ALTIN GETİRİSİNİN ÖNGÖRÜLMESİ¹

Semin PAKSOY*

PREDICTING GOLD RETURNS BY HYBRID MARKOV CHAIN PROCESS

Öz

Altın getiri yönünün tahmin edilmesi hala finansal alanda önemini koruyan konulardan biridir. Fiyatlardaki hızlı değişimin belirli bir ekonometrik modele uyarlanamaması nedeniyle, altın fiyatını ve yönünü tahmin etmeye yönelik literatürde yer alan birçok çalışmada farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada günlük altın getirisinin yönünü tahmin etmek amacıyla Markov zinciri işleyişi ve yapay sinir ağı (YSA) modeli birleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak altın getirileri ikinci dereceden Markov zinciri işleyişine uygun olarak düzenlenmiş, daha sonra YSA modelleri denenmiştir. Kullanılan verinin yapısından kaynaklanan beklentiler doğrultusunda, yapılan birçok YSA denemeleri, altının getiri yönünün daha detaylı incelenerek tahmin edilmesini ve elde edilen YSA modellerinin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Önerilen entegre modelde altının getiri yönü, geçmiş dönemlere ait altın fiyat hareketlerinin yapısına bağlı olarak tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, altın getirisinin yönüyle ilgili anlamlı bilgiler sunmaktadır. Çalışmanın veri setini, Borsa İstanbul'un 27.7.1995 – 31.12.2014 dönemine ait günlük altın kapanış fiyatları (USD/Ons) oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Altın Fiyatının Yönü, Yapay Sinir Ağları, Markov Zinciri, Tahmin.

Abstract

Forecasting the direction of gold return is still an important topic in financial area. On account of rapid changes in gold price and failure to adapt to a specific econometric model, different methods are being used in the literature to estimate the price and direction of gold. In this study, Markov chain process was combined with the artificial neural network (ANN) model in order to provide a model for predicting the direction of daily gold return. First of all, daily gold prices were arranged in accordance with second order Markov chain, and then four ANN models were trained. With the proposed integrated model, the direction of gold

¹Bu çalışmanın ilk versiyonunu, 16. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumunda bildiri olarak sunulmuştur.

*Yrd. Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, e-posta: spaksoy@cu.edu.tr.

returns was predicted depending on the structure of the gold price movements belong to the previous periods. Findings of this study, offers valuable information about the direction of gold returns. The data sets of the study covers the daily closing gold prices (USD/Ounce) belong to the time period 27.07.1995-31.12.2014 and obtained from Istanbul Stock Exchange.

Keywords: Direction of Gold Price, Artificial Neural Networks, Markov Chain, Forecasting.

1. Giriş

Altın, likiditesinin görece üstünlüğü ve enflasyona karşı korunma aracı olarak değer görmesinin yanı sıra sanayi, tıp ve teknoloji gibi birçok alanda hammadde olarak kullanılan önemli bir yatırım aracıdır. Bu nedenle altın cazibesini sürekli olarak korumaktadır. Altına talep, endüstriyel kullanım alanında günlük fiyat hareketlerinden etkilenirken, yatırıma yönelik talep gelecekteki beklenen fiyatından veya spekülasyon fiyat dalgalanmalarından etkilenmektedir (Baur ve Glover 2014: 118).

Altın geçmişte olduğu gibi günümüzde de uluslararası para rezervlerinde önemli bir finansal varlık olarak değer görmektedir. Dünyada birçok ülke döviz rezervlerinin bir kısmını altın olarak tutmaktadır (Chang vd. 2013: 227).

1944 yılında, II. Dünya savaşı esnasında, Birleşmiş Milletler tarafından Bretton Woods para ve idare sistemi olarak anılan ilk uluslararası finans sistemi kurularak, doların altına endekslenmesine karar verilmiştir. Akabinde 1946 yılında Dünya Bankası ve IMF in kurulması ile tüm para birimlerinin dolara endekslenmesine karar verilmiştir. Doların bu gücüne zamanla karşı çıkılması ve dolar miktarının diğer ülkelerde de artması, doların değerinin düşmesine neden olmuştur. 1971 yılında dönemin ABD başkanı Richard Nixon tarafından Bretton Woods sistemine son verilmiştir. Bu tarihten sonra altın değişim aracı niteliğini kaybederek, yatırım aracı ve merkez bankalarının rezervlerinin bir parçası olarak değer görmeye devam etmiştir. 1980 ve 1990'lı yıllar finansal piyasaların hızla geliştiği yıllar olup, bu dönemde altına yatırım cazibesini kaybetmiştir (Topçu 2010: 1). Günümüzde altın, likidite özelliğini kaybetmiş olsa da özellikle 2002 ve 2008 finansal krizleri ve orta doğu ülkelerinde yaşanan siyasal çalkantılar nedeniyle yatırımcıların ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Körfez savaşları esnasında altına talep önemli ölçüde artarak ve nakit para yerine geçme özelliğini yeniden kazanarak altın paha biçilmez bir şekilde değer kazanmıştır (Parisi vd. 2007: 478).

Altın fiyatı, yatırımcı ve tüketicilerin altın talebine yönelik kararlarını etkileyen ve gelecekteki değeri de sürekli olarak belirlenmek istenen

önemli bir yatırım aracıdır. Altına yatırım genellikle uzun vadede enflasyon artışının etkilerinden, politik risklerden, krizden korunmak amacıyla ve kısa vadede ise fiyat dalgalanmalarından faydalanmak amacıyla yapılmaktadır (Benli ve Yıldız 2014). Altın özellikle ekonomik ve siyasi belirsizliklerin olduğu dönemlerde önemli bir yatırım aracı olarak değer görmektedir (Aggarwal ve Lucey 2007). Belirsizliğin arttığı dönemlerde altına talebin artması ise, altın fiyatında ani ve ciddi değişimlere neden olmaktadır. Altın (ve petrol) fiyatında ani sıçramalar, dünya ekonomisi ve finansal sisteminde global krizin habercisi olarak değerlendirilmektedir (Akaev vd. 2011: 243).

Türkiye’de altın ithalatı 2001 yılında 103.485 tondan 2003 yılında 213.642 tona yükselmiştir. 2008 yılında 165.936,74 ton olan toplam ithalat, 2009 yılında 37.592,19 tona, 2010 yılında ise 42.490,50 tona gerilemiştir. Ancak daha sonraki yıllarda, özellikle 2013 yılında 130.915,87 ton ve 2014 yılında ise 302.314,49 ton olan ithalat miktarları ile ilginin çarpıcı bir şekilde arttığı gözlenmektedir (Borsa İstanbul web sitesi).

Ekonomik risklerin arttığı dönemlerde veya spekülatif nedenlerle altına talebin artması, altın fiyatının ani değişimine neden olmakta, bu da fiyat tahminini güçleştirmektedir. Enflasyonda artış beklentisi, altının gelecekteki fiyatının artmasına diğer nedenlerden daha fazla etkili olmaktadır. Böylesi bir artış aynı zamanda altını elde bulundurma maliyetini de arttırmaktadır (Blöse 2010: 36)

Altın fiyatı veya yönü, yatırımcı ve tüketicilerinin planlama yapmaları ve karar almaları açısından her zaman yakından takip edilmiş ve gelecekteki değeri belirlenmeye çalışılmıştır. Altın fiyatı veya yönünün iyi tespit edilebilmesi, yatırımcının yanlış karar alarak kayba uğramasını engellemektedir. Ancak altın fiyatı, finansal krizler, faiz oranları ve döviz kurlarındaki değişim gibi birçok mikro ekonomik parametreleri kapsayan değişimlerden etkilenmesinin yanı sıra, tahmini belirli bir ekonometrik modelle yapılamamaktadır. Farklı yöntemlerin birleştirilmesi ile oluşturulan hibrit yöntemler de kullanılmaktadır.

Çalışmada ANN modelinin uygulanması sonucunda, geçmiş yıllara ait günlük altın fiyatlarının önemli ölçüde artma eğiliminde olduğu ve ANN modelinin altın yönünü ağırlıklı olarak pozitif tespit ettiği gözlenmiştir. Baur ve Glover (2014) altının bu artışının genellikle geçmiş yıllardaki artış trendine bağlı olarak, piyasa analistlerinin ve yönlendirdikleri yatırımcıların artış beklentisi ile altına sürekli ilgi göstermelerinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Negatif altın yönünü daha gerçekçi tespit edebilmek amacıyla çalışmada, iki gecikmeli altın fiyatlarından yararlanarak oluşturulan YSA modelleri ile ikinci dereceden Markov geçiş

olasılıkları matrisi hazırlanmıştır. Markov zincirleri, belirli koşullara bağlı rassal olayların davranışlarını açıklama veya öngörme amacıyla kullanılmaktadır. Altın fiyatı ve yönünü öngörü çalışmalarında konu edilen bu varsayımların sağlanamaması nedeniyle, Markov zinciri işleyişi ve ANN modeli birlikte ve bütünleşik bir şekilde ele alınmıştır.

Çalışmanın amacı, altının iki günlük gecikmeli fiyatlarına göre altın fiyatının yönünü tahmin etmek ve Borsa İstanbul – Kıymetli madenler ve taşlar piyasasında altının USD/Ons fiyatının yatırım olanaklarını araştırmaktır. Şüphesiz fiyatlar üzerinde ilgili döneme özgü sosyoekonomik ve politik gelişmelerin etkisi büyüktür. Burada temel amaç geleceğe yönelik bir tahmin yapmaktan ziyade geçmişte ne olduğuna dair yatırımcıya bilgi sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda, altın getirileri ikinci dereceden Markov zincirleri süreciyle kategorilere ayrılmış ve daha sonra getiri yönünü tahmin etmek amacıyla bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli eğitilmiştir. Çalışmanın sonunda, araştırmanın bulgularına göre yatırımcılara bazı bilgiler verilmiş ve araştırmacılara bu alanda yapılabilecek benzer çalışmalar ile ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

Çalışmada ilk olarak YSA modeli, gecikmeli altın yönü değerleri ile eğitilerek, bir sonraki altın yönü tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan verinin yapısından kaynaklanan beklentiler doğrultusunda, yapılan birçok YSA denemeleri, altının getiri yönünün daha detaylı incelenerek tahmin edilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu nedenle, altın getirileri koşullu Markov zinciri işleyişine uygun olarak kategorilere ayrılmıştır. Kategorik veriler kullanılarak eğitilen YSA modelleri ile altın yönünün tahmininde entegre bir YSA modelin kullanılması yoluyla tahmin gücünün artırılmasına çalışılmıştır. Önerilen entegre YSA modeli ile geçmiş dönemlere ait altın fiyatındaki dalgalanmalardan ve bazen de ani bir şekilde ortaya çıkan şok dalgalardan kaynaklanan fiyat hareketleri ile YSA modelinin kullanılan verinin yapısına uygun olarak, detaylı bir şekilde eğitilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın katkısı, yatırımcı ve ilgililere bir sonraki günde (yarın) altın getirisinin yönüyle ilgili öngöründe bulunmaları için geçmiş dönemlere ait altın yönü fiyatındaki dalgalanmaların detaylandırılmış bilgilerinin bir haritasını çıkarmak ve YSA'yı da bu bilgiler doğrultusunda eğiterek altının yönünü tahmin etmekten ibarettir. Altın fiyatını etkileyen diğer makroekonomik göstergeler dikkate alınmadan yapılan bu çalışma ile yatırımcıların altın fiyat hareketlerine yönelik bir öngörü sahibi olmasına katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Çalışmanın veri setini, Borsa İstanbul'un 27.7.1995 – 31.12.2014 dönemine ait günlük altın kapanış fiyatları (USD/Ons) oluşturmaktadır.

2. Teorik Literatür

Altın fiyatı ve getirisinin öngörü çalışmaları, geçmişte olduğu gibi son dönemlerde de farklı modeller uygulanarak devam etmektedir. Literatürde yapılan çalışma ve uygulamalarda farklı yöntemlerin kullanıldığı ve her geçen gün daha iyi tahmin yapmak için yeni yöntemlerin geliştirilmeye çalışıldığı görülmektedir.

Altın fiyatının YSA ile öngörülmesi artık yeni bir çalışma olmaktan çıkmakla beraber, YSA'nın girdi olarak farklı parametreler veya farklı yaklaşımlar ile birlikte kullanılması ve YSA'nın tahmin gücünü artırma çabalarının hala devam ettiği görülmektedir. YSA ile geliştirilen model, uygulama konusuna ait değişkenin tahmin edilen değeri, gerçekleşme olasılığı veya artış/azalış yönü şeklinde sonuçlar (çıktı) üretmektedir. Örneğin Yüksel ve Akkoç (2016), altın fiyatlarını YSA ile öngörmek amacıyla yaptıkları çalışmada; Gümüş fiyatı, Brent petrol fiyatı, ABD doları/ EUR paritesi, EuroNext100 endeksi, Amerika Dow Jones endeksi, 13 hafta vadeli ABD bonosu faiz oranı ve ABD TÜFE endeksini altın fiyatı üzerinde etkili olma ihtimali olan değişkenler olarak kullanmışlardır. YSA ile kurulan modelin performansı, gerçek değerler ile hesaplanan R² (Regresyon katsayısı), RMSE (Ortalama Hata Karelerinin Karekökü), MAE (Ortalama Mutlak Hata) ve MAPE (%) (Ortalama Mutlak Yüzde) gibi performans kriterleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, YSA modelinin altın fiyatlarının tahmininde başarı ile kullanılabileceği ve altın fiyatını etkileyen başlıca faktörlerin gümüş ve petrol fiyatı olduğu bulguları elde edilmiştir. Kocatepe ve Yıldız (2016) çalışmalarında; altın fiyatını etkileyen değişkenler olarak ham petrol fiyatındaki, dolar endeksindeki, dolar kurundaki, Standard & Poor's 500 ve BIST 100 endeksindeki aylık değişim oranları Türkiye enflasyon, tahvil ve faiz oranları, ABD enflasyon, tahvil ve faiz oranları, gümüş ve bakır fiyatlarındaki aylık değişim oranlarını belirlemişlerdir. Çalışmada önerilen YSA modelinin, altın fiyat artışları ile fiyat değişim yönünü doğru tahmin oranı yaklaşık %75'tir.

Literatürde YSA ile başka yöntemlerinin performans karşılaştırmalarının yapıldığı çalışma sonuçlarına bakıldığında, genel anlamda bir tutarlılığın söz konusu olmadığı; bir yöntemin diğerine üstünlüğünün çalışmadan çalışmaya geçtiği gözlenmektedir. Lu ve Lai (2007)'nin döviz kuru tahmini için yayınlanan 40 çalışmayı dikkate alarak yaptıkları analizde bu yöndedir. Araştırmacılar çalışmaların %67'sinde YSA performansının daha iyi olduğunu, %5'inde ise YSA'nın kıyaslanan modelden daha kötü sonuç verdiğini ifade etmektedirler (Lu ve Lai 2007: 20). Bunların dışında kalan çalışmalarda (%28'i), YSA ile kıyaslanan modeller arasında bir

üstünlük gözlenmemiştir. Örneğin, Benli ve Yıldız (2013), altının kendi gecikmeli değerlerine göre fiyatının belirlenmesine yönelik çalışmalarında, zaman serisi yöntemlerinden basit üstel düzgülleştirme yöntemi, Holt'un doğrusal trend yöntemi, ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli ile YSA modelinin performanslarını karşılaştırmışlardır. Analizde İstanbul Altın Borsası'ndan alınan aylık ağırlıklı ortalama altın fiyatları (\$/ons) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda göre ARIMA modeli YSA modelinden daha başarılı bulunmuştur. Bu sonucun doğrusal olmayan YSA modelinin, bir çok ekonometrik veride gözlemlenen değişen varyansı analize dahil etmede yetersiz kalmasından ve ARIMA modelinin ise değişen ortalama ve değişen varyans sorununu çözmek üzere verileri durağan yapıya dönüştürerek serinin olabildiğince doğrusal olmasını sağladıktan sonra tahmin yapmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bir diğer çalışmada (Chamzini vd. 2012: 1007) ise YSA modelinin ARIMA modelinden daha iyi performans gösterdiği görülmektedir.

Bazı araştırmacılar ise altın fiyatı veya yönünü daha iyi öngörülmesi için altın fiyatını etkileyen farklı parametreleri de dikkate alan YSA modelleri üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında, seçilen parametrelerin altın fiyat üzerinde değişik etkilere neden olduğu ve bazen de birbirinden farklı yönde bulgulara erişildiği gözlenmektedir. Blose (2010) çalışmasında Mart 1988- Şubat 2008 dönemlerine ait aylık tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ile altın fiyatı ve getirisi arasındaki ilişkiyi analiz ederek TÜFE endeksindeki değişim karşısında altın fiyatının nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Panel çalışmasında gelecekteki enflasyon beklentisinin altın fiyatını etkilemediği, yatırımcıların enflasyondan korunmak için daha çok bono ve tahvil piyasasına yöneldiği sonucuna varmıştır. Topçu (2010) çalışmasında, altının arz/talep yapısı ve altın fiyatlarını göz önünde bulundurarak, altın fiyatlarını etkileyen faktörleri belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada regresyon modelinin bağımlı değişkeni olarak altın fiyatı, bağımsız değişkenleri olarak Dow Jones Sanayi Endeksi, Amerika reel faiz oranı, dolar/başlıca para birimleri kuru (Major Currencies Dollar Index), petrol fiyatı, Amerika enflasyon oranı (tüketici fiyatları) ve global para arzı kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre altının petrol fiyatları, faiz oranları ve enflasyonla ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmazken; Dow Jones Sanayi Endeksi ve dolar getirileri altını negatif yönde; global para arzı ve finansal kriz ise altını pozitif yönde etkilemektedir. Zhang ve Wei (2010) deneysel çalışmalarında ham petrol ve altın fiyatlarının arasındaki etkiyi Granger testi ile analiz etmişlerdir. Aralarında % 92 oranında pozitif anlamlı ilişkinin varlığını göstererek, uzun dönemde hem altın ve ham petrol pazarının dengeyi sağladıklarını

hem de ham petrol fiyatının altın fiyatını lineer bir şekilde değiştirdiği ancak altın fiyatının ham petrol fiyatını etkilemediğini göstermişlerdir. Oysa Malliaris ve Malliaris (2013) çalışmalarında altın fiyatının kısa vadede petrol fiyatı ve avro ile bağlantılı olduğunu ve enflasyon beklentisinden kaynaklanan finansal baskı nedeniyle benzer davranışları sergilediği sonucuna varmışlardır. Çalışmada, uzun vadede bu üç değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağlantıyı gösteren bir kanıt olmadığı sonucuna varılmışlardır. Ayrıca Granger nedensellik testini kullanarak altın fiyatının diğer değişkenler ile ilişkisi ortaya çıkarırken YSA modeli ile her üç pazarda günlük fiyat tahminlerini bir gün gecikmeli değerlerle yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre, 2000-2007 dönemi için, petrol fiyat hareketinin avro kuru ve altın fiyatını etkilediği ve avronun dolar karşısında güçlendiğinde altın fiyatının genellikle arttığı gözlenmesine rağmen uzun vadede bu yönde bir kanıt olmadığı; her bir markette günlük fiyatların kendi gecikme değerlerine göre değiştiği sonucuna varılmıştır. Chamzini vd. (2012) ise çalışmalarında altın fiyatının gümüş ve petrol fiyatından bir hayli etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Diğer taraftan bazı araştırmacıların ise kesin sonuçların elde edilemediği YSA uygulamalarının tahmin gücünü artırmak amacıyla, evrimsel algoritmalarda melez modellerin kullanılmasına benzer şekilde, YSA modelleri ile başka modelleri birlikte kullandıkları ve bu çalışmaların literatürde yaygınlık kazandığı gözlenmektedir. Lu ve Lai (2007) yaptıkları alan araştırmasında, melez YSA modellerinin melez olmayan (sade ya da klasik YSA) modellerden daha iyi sonuç verdiği sonucuna varmışlardır (Lu ve Lai 2007: 18).

YSA ile geçiş matrisi değerlerinin belirlenmesine yönelik bir literatür taraması yapıldığında çalışmaların çok yaygın olmadığı gözlenmektedir. Özdağoğlu vd. (2012) tanımladıkları altın fiyat aralıklarının görel frekans değerleri üzerinden geçiş olasılıklarını hesaplayarak Markov analizi yardımıyla fiyat hareketlerinin yapısına ilişkin tespitlerde bulunmuşlardır. Çalışmanın bulguları altın fiyat aralıkları arasındaki geçişleri göstermesi bağlamında anlamlı sonuçlara işaret etmektedir. Diğer araştırmacı Kılıç (2013) Türk Lira/US dolar döviz kuru yönünün tahmin edilmesine yönelik çalışmasında YSA ile Markov zinciri sürecini birlikte kullanmıştır. Çalışma üç YSA modeli, 17 olası durum içeren Markov zinciri süreci ve 1 gün gecikmeli günlük dolar kapanış fiyatlarını dikkate alarak yapılmıştır. Çalışmanın bulguları, entegre YSA modelleri ile doğru öngörü oranının arttığı ve %65,8'e ulaştığı yöndedir.

Bu çalışmada ise altının bir ve iki günlük gecikmeli getiri yönüne bağlı durumları, Markov zincirinin stokastik süreci olarak modellenmiştir. Bir

sonraki güne ait getiri durumunun olasılığı, bu gecikmeli değerler ikilisinin oluşturduğu bağımsız değişkenler ile YSA modelleri kurularak hesaplanmaktadır. Çalışmada şartlı olasılıkların hesaplanmasında, Model (0;0), Model (0;1), Model (1;0), Model (1;1) olarak adlandırılan YSA modellerinden yararlanılmıştır.

3. Veri, Yöntem ve Bulgular

3.1. Veri

Literatürde YSA ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, haftalık, aylık gibi uzun döneme ait döviz kuru tahminlerinin başarı oranının daha düşük olduğu yönündedir (Yu ve Lai, 2007: 16). Bu nedenle çalışmanın veri setini, Borsa İstanbul'un 27.7.1995 – 31.12.2014 dönemine ait 4615 adet, günlük altın kapanış fiyatları (USD/Ons) oluşturmaktadır. Altının günlük getirisi (G_t),

$$G_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}, t = 1 \dots 4615 \quad (1)$$

formülü ile günlük kapanış fiyatının değişim miktarı oransal olarak belirlenir ve bu getirinin yönü ($GYönü_t$) bulunur. Burada t günü ve P_t ise t günün kapanış fiyatını ifade etmektedir. Formül (1) den elde edilen günlük getirilerden yararlanarak, Formül (2) ile t güne ait $GYönü_t$ belirlenmektedir.

$$GYönü_t = \begin{cases} 0, G_t < 0 \\ 1, G_t \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Çalışmada ikinci dereceden Markov zinciri işleyişine uygun olarak, bir gün gecikmeli (G_{t-1}) ve iki gün gecikmeli (G_{t-2}) değerleri hesaplanır. $GYönü_{t-1}$ bir gün gecikmeli altın fiyatı ile elde edilen getiri yönüdür.

Altın fiyatının günlük getiri yönü ve gecikmeli getiri yönleri, negatif getiriler için sıfır (0), pozitif getiriler için bir (1) olarak tanımlanmaktadır.

3.2. Yöntem

Çalışmada ikinci dereceden Markov zinciri işleyişi ve YSA modeli birleştirilerek hibrit Markov zinciri oluşturulmuştur. İkinci dereceden Markov zincirinde gelecekteki bir durumun gerçekleşme olasılığı, kendisinden hemen önce gelen iki duruma bağlıdır. Çalışmada Markov analizinin kullanılmasına temel etken de, altın getirisinin de bir (veya daha fazla) önceki fiyata bağlı olarak öngörülmesidir.

3.2.1. Yapay Sinir Ağları

Nöral hesaplama yaklaşımı olan YSA, girdi ve çıktı arasında karmaşık ilişkinin diğer matematiksel model ve tekniklerin kullanılmadığı durumlarda yararlanılan bir modeldir. Model ile uygulama konusuna ait değişkenin;

- Tahmin edilen değeri
- Gerçekleşme olasılığı
- Artış/azalış yönü

gibi bilgiler çıktı olarak elde edilebilmektedir.

YSA' ların davranışları, modelin kurulması aşamasında analistin yapmış olduğu tercihlerden çok fazla etkilenmektedir. Analist, girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi, bu değişkenlerin veriyle ilişkilendirilmesi, nöronların birbirleri ile bağlantıları, bağlantıların ağırlıkları ve nöronlarda kullanılan transfer fonksiyonları gibi konularda tercihler yapmaktadır. Bu tercihlerin her biri YSA modelini ve dolayısı ile modelin sonucunu bir hayli etkilemektedir.

YSA ile bir uygulamanın çözümü tahmin edilmeden önce, birçok deneyler yapılarak YSA'nın eğitilmesi gerekmektedir. Algoritmada, ağı eğitimi için verinin öğrenme ve test amaçlı olarak bölünmesi gerekmektedir. Öğrenme amaçlı ayrılan verinin, elde edilecek çıktıyı doğrudan ve yüksek düzeyde etkilemesi nedeniyle tekrarlı deney yapılması gerekmektedir.

YSA'nın eğitimi denetimli ve denetimsiz öğrenim olarak kategorize edilmektedir. Çalışmada, denetimsiz (dışarıdan denetim olmadan gerçekleştirilen) öğrenim süreci kullanılmıştır. Öğrenme sürecinde sistem (YSA) kullanılan girdilerin yapısına ait istatistiksel olarak anlamlı özellikleri ortaya çıkaran bilgiyi edinmektedir. Öğrenme sürecinde elde edilen bilgi, tahmin sürecinde kullanacağı temsili veri ve ağırlıklardır (Mishra 2014, s.10).

YSA modelinde tahmin edilen sonuç ile gerçek sonuç arasındaki hata karelerinin toplamının küçük olması açısından, kullanılan ağırlıkların önemi büyüktür. Bu nedenle YSA modelinde öğrenme algoritması, düğümler arasında yer alan okların optimum ağırlıklarının belirlenmesi süreci olarak bilinmektedir. (Kılıç 2013: 104; Yu ve Lai 2007: 19).

YSA'da öğrenilen bilgi, düğümlere ait ağırlıklar ve düğüm önyargıları (node biases) ilgili düğümlerde depolanmaktadır. YSA bu bilgiye dayanarak, girdi ve çıktı arasında lineer olmayan ilişkinin haritasını çıkarma yeteneğine sahip bir modeldir. Girdi ve çıktı arasındaki ilişki,

düğümelerde yer alan aktivasyon (transfer) fonksiyonu ile belirlenmekte, etkinleştirilmekte ve sonrada bir sonraki düğüme transfer edilmektedir (Chen vd. 2014: 32). Kılıç (2013) ve Chen vd. (2014)'ün de belirttiği gibi aktivasyon fonksiyonu teorik olarak türevlenebilir fonksiyon olmalıdır.

YSA da bir diğer önemli parametre sinir ağlarının öğrenme algoritmasıdır. Öğrenme algoritması (kuralı), uygun öğrenme oranını içeren iteratif procestir. Çalışmada, literatürde ağın eğitiminde yaygın olarak tercih edilen geri yayılma (back propagation) algoritması kullanılmaktadır. Geri yayılma algoritması, ileriye dönük proses ile hatayı tahmin eden geriye dönük prosesi birleştirerek, ağ içinde bağlantıyı sağlayan optimum ağırlıkları araştırmak için kullanılmaktadır (Yu ve Lai 2007: 19). Daha küçük hata karelerine erişim sağlayan ağırlıkları, ağırlıklar matrisinde düzenli olarak güncellemektedir. Ağın eğitimi algoritmada kullanılan öğrenme oranı ile kontrol edilerek, ağırlıklar matrisinde güncellemeler gerçekleştirilmektedir (Chen vd. 2014). Öğrenme oranı (step size), öğrenme hızını ve gerçek yakınsamayı kontrol amaçlı kullanılmaktadır (Yu ve Lai 2007: 19).

YSA katmanlarında kullanılan aktivasyon fonksiyonları;

- YSA' nın doğası gereği girdi katmanında kullanılan aktivasyon fonksiyonu lineerdir.
- Gizli katmanda kullanılan aktivasyon fonksiyonu lineer olmayan (sigmoidal) fonksiyondur. Veri karmaşıklık ve kararsız yapıya sahip olduğunda sigmoidal fonksiyonun kullanılması tercih edilmektedir (Yu ve Lai 2007: 20).
- Çıktı katmanında ise lineer(tavsiye edilen) ve lineer olmayan fonksiyonlar kullanılmaktadır.

Genel olarak gizli katmanda lineer olmayan aktivasyon fonksiyonu sigmoid (lojistik veya hiperbolik tanjant) kullanılmakla beraber rasyonel ve polinomsal (polynomial) fonksiyonlar da kullanılabilir. Çıktı değeri, bir eşik değeri ile kısıt altına alınıyorsa, sigmoid fonksiyonu kullanılmaktadır. Ancak araştırmacı isterse tüm katmanlarda aynı aktivasyon fonksiyonunu kullanabilir (Yu ve Lai 2007: 20). Sigmoid ve hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonları, çıktı değerlerini Eşitlik 3 ve 4'de verildiği şekilde hesaplamaktadır.

$$Fnc(I_k) = 1 / (1 + \exp^{-I_k}) = O_k \quad (3)$$

$$Fnc(I_k) = \tanh(I_k) = e^{I_k} = O_k \quad (4)$$

Her iki formülde de I_k , k. katmanda kullanılan girdiyi (input); O_k , k. katmandan çıkan sonucu (output) ifade etmektedir.

Bu çalışmada çok katmanlı ileri besleme sinir ağı modeli (multi layer feedback neural network), tek gizli katman ve aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

YSA hesaplama algoritması aşağıda belirtildiği şekilde çalışmaktadır (Mishra 2014: 12).

1. Begin
2. Bağımsız değişkenlerin giriş katmanına transfer edilmesi
{i: giriş katmanı ve $GYönü_{t-2}$, $GYönü_{t-1}$: girdi değerleridir.}
3. Girdi katmanında kullanılacak ağırlıklara başlangıç değerlerinin atanması
{ $GYönü_{t-1}$ girdilerine ait w_{i1} ağırlıklarının ve $GYönü_{t-2}$ girdilerine ait w_{i2} ağırlıklarının atanmasıdır. }
4. Ardışık katmanlar için Δw 'ye boş değer (nil değer) atama
5. Öğrenme süreci sonucunda kullanılmak üzere ayrılan veri kümesinden girdilerin girişi
6. $j=1$ { 1. Gizli katman }
7. While { Gizli katman döngü başlangıcı}
8. Girdilerin gizli katman nöronlarında ağırlıklandırılması
{ $GYönü_{t-1} * w_{i1}$ ve $GYönü_{t-2} * w_{i2}$ }
9. Varsa nöron yargılarının (b), hesaplamalara dahil edilerek ağırlıklandırılan girdilerin toplanması
{ $I_k = \sum_{i=1}^{4615} (GYönü_{t-1} * w_{i1} + GYönü_{t-2} * w_{i2}) \pm b$ }
10. Nöronda aktivasyon fonksiyonu ($Fnct$) ile işlem görmesi ve katmana ait çıktının üretilmesi
{ $O_k = Fnct(I_k)$ }
11. O_k değerinin bir sonraki katmana girdi olarak aktarılması { $I_{k+1} = O_k$ }
12. Varsa bir sonraki gizli katman için döngü başına gidiş { $j=j+1$ ve döngü sonu }
13. Gizli katman kalmadıysa, O_k değerinin çıktı katmanına girdi olarak aktarılması { $I_g = O_k$ }
14. Çıktı katmanında aktivasyon fonksiyonuna tabii tutulması ve katman çıktısının elde edilmesi
{ $O_g = Fnct(I_g)$ }
15. Çıktı katmana ait sonuç (O_g), aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen eşik değeri Θ ile karşılaştırılır.
 $O_g \geq \Theta$ ise Sonuç =1 { $GYönü_t = 1$ }
16. $O_g \geq \Theta$ ise Sonuç =0 { $GYönü_t = 0$ } olarak belirlenir.
17. Bitiş

YSA modellerine ait yukardaki algoritmanın 16. ve 17. adımında da gösterildiği üzere, t anındaki (yarın veya gelecek dönem) altın fiyat yönünü ifade eden değişken $GYönü_t$ 'nin tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle, çalışmada bağımlı değişken veya çıktı olarak getiri yönü belirlenmiştir.

3.2.2. Markov Analizi

Markov analizinden elde edilen en önemli bilgi, gelecek zaman periyodu için olasılıksal yapıyı elde etmektir (Aladağ 2011: 69). Çalışmada altın getiri yönü yükselme ve düşme şeklinde analiz edilmeye çalışıldığından, ikinci dereceden Markov zinciri dört farklı kesikli durumdan (S_1, S_2, S_3, S_4) oluşmaktadır. Altın getirisi iki gecikmeli değerler dikkate alınarak öngörülme çalışılacağından, kesikli durumlar gecikmeleri yansıtacak şekilde ifade edilmektedir. Şimdiki durum $S_i^{(t-2, t-1)}$ den, bir sonraki $S_j^{(t-1, t)}$ durumuna geçiş olasılığı, $t-1$ ve $t-2$ dönemlerine ait altın fiyatlarının, pozitif veya negatif getirilerine bağlı olarak hesaplanmaktadır (Kılıç 2013: 100). Burada S_i^{t-1} ve S_i^{t-2} sırasıyla bir gün gecikmeli ve iki gün gecikmeli altın yönü durumlarını ifade etmektedir. $S_j^{(t-1, t)}$ şeklinde ifade edilen gelecekteki durumlara ait şartlı olasılık hesabı, aşağıda Eşitlik 5 ile gösterilmektedir. Getiri yönü ile bir gün gecikmeli getiri yönü hesaplamaları ise Eşitlik 6 ve 7 ile yapılmaktadır.

$$P = \left\{ S_j^{(t-1, t)} \mid S_i^{t-2}, S_i^{t-1} \right\}, S_i^{t-2} \quad (5)$$

$$GYönü_t = \begin{cases} 0, GYönü_{t-2} \leq 0 \\ 1, GYönü_{t-2} > 0 \end{cases} \text{ ve} \quad (6)$$

$$S_i^{t-1} = \begin{cases} 0, GYönü_{t-1} \leq 0 \\ 1, GYönü_{t-1} > 0 \end{cases} \quad (7)$$

İkinci dereceden Markov zincirine ait bir sonraki getiri yönü $S_j^{(t-1, t)}$ ye ait şartlı olasılık hesaplanmasında, Model (0;0), Model (0;1), Model (1;0), Model (1;1) olarak adlandırılan YSA modellerinden yararlanılmıştır.

3.2.4. Bulgular

Çalışmanın başlangıç evresinde, altın yönü veya fiyatları ile yapılan tüm YSA denemelerinde, t anında (gününde) altın fiyatının artma olasılığı çok yüksek (%88,1 - %99,2 değerleri arasında) çıkmıştır. YSA ile yapılan ilk denemelerde altın fiyatının böylesine yüksek olasılıklarla daima artış yönünde tespit edilmesi ve altın fiyatının düşüşünü etkin bir şekilde tespit edememesinin nedeni olarak, veri serisinde fiyat artışlarının baskın olmasının yanı sıra YSA'da kullanılan geri dağılım (back propagation eğitim) algoritmasının etkin ve güçlü olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda geçiş olasılıkları matrisinin oluşturulması, başka bir deyişle durumların geçiş olasılıklarının hesaplanması için dört farklı model ile YSA denemeleri yapılmıştır ve sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Çalışmada veriler eğitim ve test örnekleri olarak rastgele iki eşit gruba ayrılmıştır. Eğitim örnekleme modeli eğitmek, test örnekleme ise modelin sınıflandırma başarısını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Tablo 1, YSA algoritması ile tahmin edilen dört modele ait gözlenen ve tahmin edilen sınıflandırma sonuçlarını vermektedir. Modellere ait sınıflandırma sonuçları; YSA'nın eğitim ve test örneklerini kullanarak altın fiyatlarındaki yükselme ($GYönü=1$) ve düşmeleri ($GYönü=0$) sınıflandırma performansını göstermektedir. Örneğin çalışmada Model (0;0) %62,1 oranında altın fiyatında yükselmeleri doğru olarak sınıflandırma performansı göstermektedir. YSA'lar denemelerde sınıflandırma performanslarını arttırmak için eğitim örneklerini kullanarak bir öğrenme sürecini bünyelerinde taşımaktadırlar. Öğrenme sürecinde optimum düğüm ağırlıkları ve düğüm önyargıları belirlenerek düğümlerde depolanmaktadır (Yu ve Lai 2007). YSA'ların bu özelliği, veri yapısına bağlı olarak daha iyi sonuçların elde edilmesini diğer bir deyişle tahmin edilen sonuç ile gerçek sonuç arasındaki hata karelerinin toplamının küçük olmasını desteklemektedir (Kılıç 2013; Chen vd. 2014: 32).

Bu çalışmada, YSA'ların sınıflandırma performanslarını daha da artırmak amacıyla dört farklı YSA modeli oluşturularak, Markov analizinde temel olan geçiş olasılıkları matrisi, şimdiki duruma bağlı olarak gelecekteki bir duruma geçiş olasılıkları, elde edilmektedir. Tablo 1'de gösterilen YSA modellerinin tümünde $GYönü_{t-2}$ (iki günlük gecikme değerleri) ve $GYönü_{t-1}$ girdi değişkenleri olarak kullanılmaktadır. Böylece Markov analizinin temel özelliği olan faaliyetlerin geçmişteki ve şimdiki olasılıklarından yararlanarak onların gelecekteki olasılıklarını belirleme (Öztürk 2011:

723) ilkesine uygun bir şekilde YSA modelleri ile entegrasyon sağlanmaktadır. Bu nedenle Tablo 1, geçiş olasılıklarının belirlenmesini sağlayan tüm bilgileri içermektedir.

Tablo 1. Gözlenen ve Tahmin Edilen Sınıflandırma Sonuçlar

Model (0;0) Gözlenen		Tahmin Edilen		
		GYönü =0	GYönü =1	Doğru Sınıflandırma Olasılığı
Eğitim	GYönü =0	136	215	%38,7
	GYönü =1	132	228	%63,3
	Doğru Sınıf. %	%37,7	%62,3	%51,2
Test	GYönü =0	51	64	%44,3
	GYönü =1	59	116	%66,3
	Doğru Sınıf. %	%37,9	%62,1	%57,6
Model(0;1)				
Eğitim	GYönü =0	42	351	%10,7
	GYönü =1	49	376	%88,5
	Doğru Sınıf. %	%11,1	%88,9	%51,1
Test	GYönü =0	14	128	%9,9
	GYönü =1	11	162	%93,6
	Doğru Sınıf. %	%7,9	%92,1	%55,9
Model(1;0)				
Eğitim	GYönü =0	359	40	%90,0
	GYönü =1	358	30	%7,7
	Doğru Sınıf. %	%91,1	%8,9	%49,4
Test	GYönü =0	167	15	%91,8
	GYönü =1	140	24	%14,6
	Doğru Sınıf. %	%88,7	%11,3	%55,2
Model(1;1)				
Eğitim	GYönü =0	53	331	%13,8
	GYönü =1	72	319	%81,6
	Doğru Sınıf. %	%16,1	%83,9	%48,0
Test	GYönü =0	37	131	%22,0
	GYönü =1	23	163	%87,6
	Doğru Sınıf. %	%16,9	%83,1	%56,5

Bağımlı Değişken: *GYönü*,

Tablo 1’de gösterilen edilen altın getirisinin sınıflandırma başarılarına göre aşağıda belirtilen geçiş olasılıkları matrisi, P hazırlanmıştır. Geçiş olasılığı

martinde şimdiki durumlar $S_i^{(t-2,t-1)}$ ve gelecekteki durumlar $S_j^{(t-1,t)}$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada, t tahmin edilecek olan yarınki altın yönünü, t-1 bugünkü altın yönünü, t-2 ise önceki günün altın yönünü ifade etmektedir. Örneğin, şimdiki durum $S_i^{(0,1)}$ ile fiyatı dün negatif yönde iken bugün pozitif yönde olan altın fiyatların mevcut olduğu durum ifade edilmektedir. Gelecekteki durum $S_j^{(0,1)}$ ile bugün negatif yönde olan ama yarın (t gününde) pozitif yönde olması beklenen durum ifade edilmektedir. Altının iki günlük gecikme değeri baz alınarak hazırlanması nedeniyle, geçiş olasılıkları matrisi $S_i^{(0,0)}$, $S_i^{(0,1)}$, $S_i^{(1,0)}$ ve $S_i^{(1,1)}$ olarak dört durumdan oluşan kare matris olmaktadır. Gösterimin daha sade olması amacıyla, durumlar geçiş olasılıkları matrisinde sadece üst indisleri ile ifade edilmektedir.

Gelecekteki Durumlar- $S_j^{(t-1,t)}$

		(0;0)	(0;1)	(1;0)	(1;1)	
P=	Şimdiki	(0;0)	0,379	0,621	0,000	0,000
	Durumlar	(0;1)	0,000	0,000	0,079	0,921
	$S_i^{(t-2,t-1)}$	(1;0)	0,887	0,113	0,000	0,000
		(1;1)	0,000	0,000	0,169	0,831

P geçiş olasılıkları matrisinde (0;0) olarak isimlendirilen durum, her iki gecikme değeri de negatif yönde (sıfır) olan durumdur. Benzer şekilde (0;1) olarak isimlendirilen durum, ikinci gecikme değeri sıfır (0) ve birinci gecikme değeri bir(1) ile pozitif yönde olan altın fiyatlarını içeren durum ifade edilmektedir. Matrisin p_{ij} elamanı ise *i.* durumdan *j.* duruma geçiş olasılığını temsil etmektedir. Örneğin, şimdiki durum

(0;1) iken bir sonraki durumun (1;1) olma olasılığı %92,1 değeri ile en yüksek olasılık (%92,1) olarak görünmektedir.

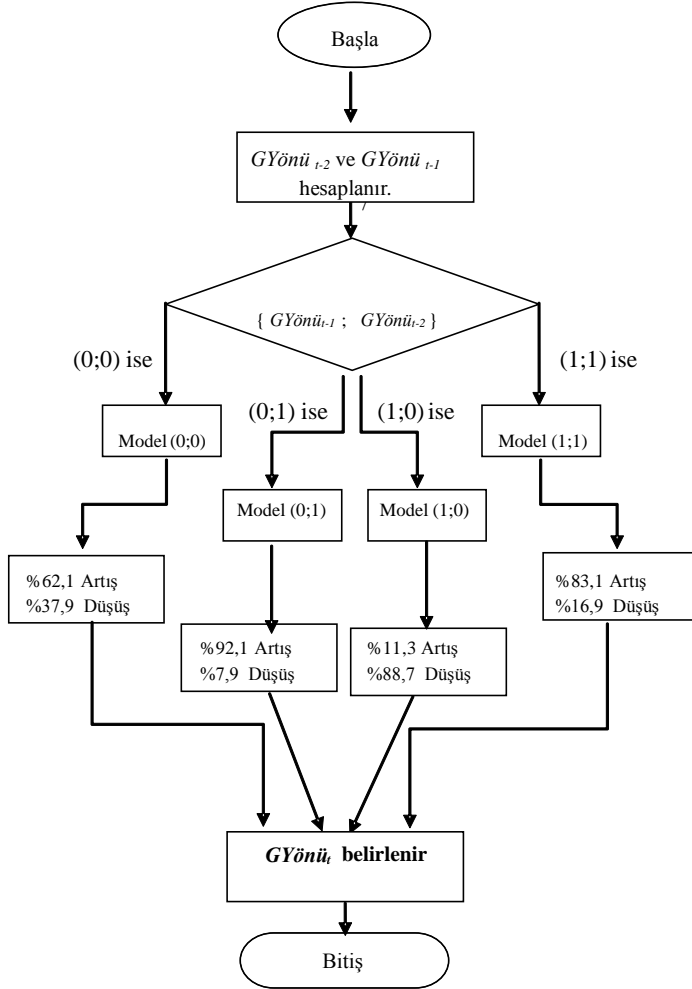
Ancak karar vericinin geçiş olasılıkları matrisinden yararlanabilmesi, mevcut durumu, başka bir deyişle t-2 anına (bir önceki gün) ve t-1 anına (bugün) ait altın fiyatlarının yönünü bilmesi gerekmektedir. Kılıç (2013)'ün çalışmasına benzer biçimde YSA modelleri için akış şeması (Şekil 1) hazırlanarak, bir sonraki günün (yarının) altın getiri yönünün artma ve azalma eğilimi tahmin edilebilir.

Şekil 1'de gösterilen akış şemasında da belirtildiği gibi, öncelikle bugün olarak baz alınan güne (t-1 anı) kadar tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmelidir. Bu verilere ait $GYönü_{t-2}$ ve $GYönü_{t-1}$ gecikmeli değerleri

hesaplanır. Gecikmeli değerler ikilisinde, mevcut dört grubu içeren veriler, (0;0), (0;1), (1;0) ve (1;1) şeklinde 4 grup halinde, 4 farklı YSA modeli ile denenerek t anına (yarına) ait altın getiri yönü *GYönü*, belirlenmektedir.

Çalışmanın veri setinde, sonuncu veri 31.12.2014 tarihine ait olduğundan, bu tarih t-1 anına karşılık gelmektedir. 1.1.2014 tarihindeki altın fiyatının öngörüsünde bulunmak amacıyla Model (0,0) uygulanması halinde altın fiyatının pozitif yönde olma olasılığı %62,1 ve negatif yönde olma olasılığı %37,9 olarak belirlenmektedir.

Şekil 1. YSA Modellerinin Akış Şeması



YSA ile elde edilen bu olasılıklardan yararlanarak Markov analizinde temel olan geçiş olasılıkları matrisinin oluşturulması ile altın yatırımcısına daha sonraki günlere yönelik öngörü yapma imkanı sağlanmaktadır. Örneğin, iki gün sonraki altın fiyatının yönü P² geçiş olasılığı matrisiyle bugünden öngörülebilirken, üç gün sonraki altın fiyatının yönü P³ geçiş olasılığı matrisi ile bugünden öngörülebilir.

		Gelecekteki Durumlar- $S_j^{(t-1,t)}$				
		(0;0)	(0;1)	(1;0)	(1;1)	
$P^2 =$	Şimdiki	(0;0)	0,14	0,24	0,05	0,57
	Durumlar	(0;1)	0,07	0,01	0,16	0,77
	$S_i^{(t-2,t-1)}$	(1;0)	0,34	0,55	0,01	0,10
		(1;1)	0,15	0,02	0,14	0,69

		Gelecekteki Durumlar- $S_j^{(t-1,t)}$				
		(0;0)	(0;1)	(1;0)	(1;1)	
$P^3 =$	Şimdiki	(0;0)	0,098	0,095	0,115	0,692
	Durumlar	(0;1)	0,165	0,061	0,130	0,644
	$S_i^{(t-2,t-1)}$	(1;0)	0,135	0,210	0,061	0,594
		(1;1)	0,181	0,109	0,118	0,591

		Gelecekteki Durumlar- $S_j^{(t-1,t)}$				
		(0;0)	(0;1)	(1;0)	(1;1)	
$P^{12} =$	Şimdiki	(0;0)	0,161	0,113	0,112	0,613
	Durumlar	(0;1)	0,160	0,113	0,112	0,613
	$S_i^{(t-2,t-1)}$	(1;0)	0,161	0,112	0,112	0,613
		(1;1)	0,160	0,112	0,112	0,612

On iki gün sonraki geçiş olasılıkları matrisi (P^{12}) dikkate alındığında, matrisin kalıcı durağanlık duruma yakınsadığı görülmektedir. Bu durum uzun dönemde, başlangıç durumunun önemli olmadığını, hangi durumdan başlanırsa başlansın sonuçta gelecekteki durumlara geçiş olasılıklarının birbirine eşitlendiğini göstermektedir. Gün sayısı sonsuza giderken ($\lim_{n \rightarrow \infty} P^n$) geçiş olasılıkları matrisinin satırları birbirine yakınsamaktadır. Bu durum geçiş olasılıkları matrisinin ergodik yapıda olduğunu ve uzun dönemde kalıcı durağanlık özelliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Bir başka deyişle geçiş olasılıkları matrisi (P^{12}), on iki gün sonra satır değerleri birbirine yakınsayarak kararlı olasılık yapısı sergilemektedir. Matriste, mevcut durum ne olursa olsun, bir sonraki durumlara geçiş

olasılıklarının aynı olduğu ve satır özdeşliğinin sağlandığı görülmektedir. Bu nedenle, geçiş olasılıkları matrisi (P^{12}) mutlak geçiş olasılıklarını veren matrise dönüşmüştür (Taha, 2007:646). En az on iki gün sonra, şimdiki durumdan, gelecekte (0;0) durumuna geçiş olasılığının %16 ve (1;1) durumuna geçiş olasılığının %61 olarak hesaplandığı görülmektedir.

Altın fiyatlarının geçmiş dönemlerdeki genel seyrine dayanarak yapılan bu çalışma, YSA ve Markov sürecinin entegre kullanımı sayesinde, bir sadece bir gün sonraki altın fiyatını değil, daha ilerideki günlere yönelik altın fiyatının yönü hakkında tahmin imkanı tanımaktadır. Ancak altın fiyatı başka ekonomik faktörlerden de etkilendiğinden altın yatırımcısının ekonomik ve siyasi alandaki parametreleri iyi analiz etmesi ve daha fazla bilgiye dayanarak rasyonel karar vermesi gerekmektedir.

4. Sonuç

Çalışmada elde edilen model, altın yönünü tahminde veri güdümlü (data driven) olmasından kaynaklanan riskleri de beraberinde taşımaktadır. Bilindiği gibi, altının ons fiyatı 1982 yılında 250 \$ iken 2005 yılında 500 \$ olmuştur. 2005-2007 yıllarında ise altın ons fiyatı 1000 \$'ın üzerine fırlamıştır. Altın fiyatındaki bu değişimin enflasyon beklentisi ve bu beklentiye yönelik bir tedbir olarak değerlendirilmesi (Malliaris ve Malliaris 2013) mümkün olmamakta, her enflasyon beklentisi karşısında altın fiyatları aynı oranda artmamaktadır. Dolayısı ile altın fiyatının başka faktörlerden de etkilendiği açıktır. Bu nedenle altın yatırımcısının, ekonomik ve siyasi alandaki parametreleri iyi analiz etmesi ve daha fazla bilgiye dayanarak karar vermesi gerekmektedir.

Tüm bunların yeterli olmadığı durumlarda ise yatırımcı öngörü ile karar vermek zorunda kalmaktadır. İyi öngörü ise sadece altının gelecekteki fiyatı hakkında değil, diğer ekonomik parametreler veya yatırım alternatifleri hakkında da bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Böylesi bir durum ise paradoksal bir yapı taşıyarak yatırımcının karar vermesini güçleştirmektedir. Oysa altın yatırımcıları, altın fiyatı veya yönünü tahmin ederek riskleri kazançlı fırsatlara dönüştürmek istemektedir. Altın fiyatı ve yönüne ilişkin öngöründe bulunma çabası ise belirsizlikler nedeniyle güçleşmektedir. Bu nedenle çalışmanın altın fiyatlarının geçmiş dönemlerdeki genel seyrine dayanarak geleceğe yönelik yapılan bir analiz olarak literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışma bulguları, tasarruf sahipleri ve yatırımcılar için ek bilgi veya gösterge niteliği taşımaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda, mevcut riskleri minimize etmesi beklentisiyle daha fazla gecikme değerleri ve/veya değişkenler dahil edilerek benzer çalışma yapılabilir. Ayrıca hisse

senedi ve döviz kuru gibi diğer yatırım araçlarına adapte edilerek uygulanması söz konusu olabilir.

Kaynaklar

- Aggarwal, R. ve B.M. Lucey (2007), “Psychological Barriers in Gold Prices?”, *Review of Financial Economics*, 16, 217 – 230.
- Akaev, A.A., V.A.Sadovnichii ve A. V. Korotaev (2011), “Huge Rise in Gold And Oil Prices as a Precursor of a Global Financial and Economic Crisis“, *Doklady Mathematics*, Vol. 83, No. 2, pp. 243–246.
- Aladağ, Z. (2011), Karar Teorisi, No.45. Ankara: Umuttepe Yayınları.
- Baur, D. G. ve K. J. Glover (2014), “Heterogeneous Expectations in the Gold Market: Specification and Estimation”, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 40, 116–133.
- Benli, Y. K. ve A.Yıldız (2014), “Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Ekim, Sayı. 42, 213-224.
- Blose, L. E. (2010), “Gold Prices, Cost of Carry, and Expected Inflation”, *Journal of Economics and Business*, 62, 35–47.
- Chamzini, A., Y. S. H. Yakhchali, D. Volungevičienė, K. Zavadskas (2012), “Forecasting Gold Price Changes by Using Adaptive Network Fuzzy Inference System “, *Journal of Business Economics and Management*, 13(5): 994–1010.
- Chang, C.L., J.C.D. Chang, Y.W. Huang (2013), “Dynamic Price Integration in the Global Gold Market”, *North American Journal of Economics and Finance*, 26, 227– 235.
- Chen, C.J., Y. Huang ve Lai, K.K. (2014), “A Trend Tracking Strategy for Gold Future – An Artificial Neural Network Analysis”, *2013 Sixth International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering, IEEE*, 31-35.
- Kılıç, S. B. (2013), “Integrating Artificial Neural Network Models by Markov Chain Process: Forecasting the Movement Direction of Turkish Lira/US Dollar Exchange Rate Returns”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, 97-110.

- Kocatepe, C.İ. ve Yıldız, O. (2016), “Ekonomik Endeksler Kullanılarak Türkiye’deki Altın Fiyatındaki Değişim Yönünün Yapay Sinir Ağları İle Tahmini”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 926-934.
- Mishra, S.S. (2014), “Neural Computing Approach to Develop of Customer Profile Indicator for Financial Inventory Management”, *American Journal of Operational Research*, 4(1), 10-15.
- Malliaris, A.G. ve M. Malliaris (2013), “Are Oil, Gold and the Euro Inter-related? Time Series and Neural Network Analysis”, *Rev Quant Finan Acc.*, 40:1-14.
- Özdağoğlu, A., G. Özdağoğlu ve G. Kurt Gümüş (2012), “Altın Fiyatındaki Dağılımların Markov Zinciri ile Analizi: Uzun Erimli Olasılıklar”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı. 40, Haziran-Aralık, 119-142.
- Öztürk, A. (2011), *Yöneylem Araştırması*, 13. Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Parisi, A., F. Parisi ve D. Diaz (2008), “Forecasting Gold Price Changes: Rolling and Recursive Neural Network Models”. *J. of Multi. Fin. Manag*, 18, 477-487.
- Taha. A. H. (2007), *Operations Research: An Introduction*. Eighth Edition. London: Pearson Education Ltd.
- Topçu, A. (2010), “Altın Fiyatlarını Etkileyen Faktörler”, *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu, Araştırma Dairesi*, Ocak, 1-36.
- Yu, L. ve K. K. Lai (2007), *Foreign Exchange Rate Forecasting with Artificial Neural Networks*, New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Yüksel, R. ve Akkoç, S. (2016), “Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Bir Uygulama”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(1), 39-50.
- Zhang, Y. J. ve Y.M. Wei (2010), “The Crude Oil Market and the Gold Market: Evidence for Cointegration, Causality and Price Discovery”, *Resources Policy*, 35, 168-177.