

BİST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSİNE ALTERNATİF BİR YAKLAŞIM: FİNANSAL GÖSTERGELER İLE BİR TAHMİN*

AN ALTERNATIVE APPROACH TO BIST SUSTAINABILITY INDEX: AN ESTIMATION VIA FINANCIAL INDICATORS

Dr. Eda KÖSE¹

Arş. Gör. Ömer Serkan GÜLAL²

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan SEÇME³

ÖZ

Bu çalışmada, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan firmaların alternatif yöntem olarak finansal göstergeleri kullanılarak sürdürülebilirlik endeksi tahmin edilmiş ve mevcut sürdürülebilirlik endeksi ile önerilen yöntem sonucu elde edilen endeks değerleri karşılaştırılarak daha objektif ve kolay hesaplanabilir bir endeks elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan veri seti Sürdürülebilirlik Endeksi'nde 2014-2019 yılları arasında yer alan 48 firmadan oluşmaktadır. Araştırmada alternatif sürdürülebilirlik endeksinin tahmininde yapay sinir ağları yöntemiyle tahmin yapılmıştır. Yapılan sürdürülebilirlik endeksi tahminleri karşılaştırılarak etkin bir yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Yapay sinir ağları (YSA) yöntemi, doğrusal olmayan sistemlerin modellenmesinde başarılı bulunan bir tahmin aracı olarak sürdürülebilirlik endeks tahmininde etkili bir şekilde kullanılabilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre, yapay sinir ağında eğitim, doğrulama ve test aşamalarının her biri için kullanılan verilerin regresyon doğrusu üzerinde ya da çok yakınında olduğu ortaya konmuş olup, YSA modelinin etkili bir tahmin aracı olarak BİST Sürdürülebilirlik endeksinin hesaplanmasında kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Finansal Performans, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi, Yapay Sinir Ağları.

JEL Sınıflandırma Kodları: G00, G10, C45.

ABSTRACT

In the study, the sustainability index is estimated via financial indicators of the companies in the BIST Sustainability Index, and it is investigated whether a more objective and easily computable index could be achieved by comparing the current sustainability index with the index values obtained as a result of the proposed method. The research sample consists of 48 companies that are included in the Sustainability Index for the period of 2014-2019. The alternative sustainability index is estimated by using artificial neural networks. An effective method is determined by comparing the sustainability index estimates carried out. Artificial neural network management is used effectively in sustainability index estimation as a prediction tool that is found to be successful in modeling nonlinear systems. According to the results of the study, it is revealed that the data used for each of the training, verification and testing stages in the artificial neural network are above or very close to the regression line, and it is seen that the ANN model could be used as an effective estimation tool in calculating the BIST Sustainability Index.

Keywords: Financial Performance, BIST Sustainability Index, Artificial Neural Networks.

JEL Classification Codes: G00, G10, C45.

* Bu çalışma, 6. Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve sonrasında güncellenerek genişletilmiştir.

¹  Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Üniversitesi, İşletme Bölümü, edakose@nevsehir.edu.tr

²  Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Üniversitesi, İşletme Bölümü, serkangulal@nevsehir.edu.tr

³  Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Üniversitesi, İşletme Bölümü, gsecme@nevsehir.edu.tr

EXTENDED SUMMARY

Purpose and Scope:

The purpose of this research is to estimate the BIST Sustainability Index with artificial neural networks as an alternative method by using the financial indicators of the companies included in this index and to evaluate the forecast performance. Sustainability is focused on supporting the companies in increasing corporate transparency, strengthening risk management, improving stakeholder engagement and communications. These are advanced dimensions of economic, strategic, and operational factors which include economic and social applications. Based on the sustainability studies of the companies, sustainability indexes are created in global stock markets and it is pointed out that the companies included in this index are more sustainable companies and the index value can be evaluated as a measure of sustainable economic value. The fact that companies are included in the sustainability index affects not only the company gaining reputation but also the trust between the company and the investors. The formation of sustainability index in stock exchanges has been the subject of his researches. The inclusion of companies in the sustainability index is becoming the focus of research on stock prices, returns, and their effect on financial performance.

Design/methodology/approach:

In this study, the BIST sustainability index value is estimated by artificial neural network method using the financial indicators of the companies included in the BIST sustainability index. In the research, the data of 48 companies, whose data are consistent and accessible, are included in the BIST sustainability index between 2014-2019 were used. While the index value is used as the output variable, the financial performance indicators of companies that are Price/Earnings, Market to Book value, Earnings per Share, Equity/Assets, Return on Assets and Return on Equity ratios, used as inputs. The data used in the research were obtained from the Borsa İstanbul web page and Finnet/Stockkeys Pro database. Artificial neural networks used for estimating the sustainability index are systems that are inspired by the human biological nervous system, consist of a large number of artificial nerve cells that are parallel distributed and nonlinear, and can learn from past data and produce results accordingly (Subaşı, Beycioğlu, & Emiroğlu, 2009). Artificial neural networks are used as an important tool in the field of finance for financial failure prediction (Akkaya et al., 2009), financial information manipulation (Küçükkocaoğlu et al., 2007), financial failure estimation of banks (Altunöz, 2013), stock price estimation (Schöneburg, 1990; Tektaş and Karataş, 2004), stock market index estimation (Kutlu & Badur, 2004), estimating the direction of the ISE National-100 index (Diler, 2003), estimating the stock prices of firms in the ISE insurance index (Akcan & Kartal, 2011). The artificial neural network developed for the prediction of the BIST sustainability index consists of an input layer with 7 inputs, a hidden layer of 10 neurons, and an output layer having a single output. The sigmoid activation function was used to calculate the value of the hidden layer, and the linear activation function was used to calculate the value of the output layer. The Levenberg-Marquardt algorithm was used as the learning algorithm of the artificial neural network, and the time delay value was determined as 3 periods. 960 observations (20 time periods x 48 firms) in the data matrix were randomly separated and 70% (672) was used for training of the artificial neural network, 15% (144) for verification, and the remaining 15% (144) for testing. Analyzes were performed in the Matlab environment with a computer with Intel Core i3 3.1 GHz specifications.

Findings:

In the study, different network configurations were considered in the experiments to obtain the best parameters. The best results gained from 20 run with these parameters were used in the analysis. The MSE value of the predictions produced by the ANN during the training phase was found to be 454.29 that is nearly a half square of the minimum index value. As a measure of the correlation between input and output values, the R^2 value was found to be above 0.97 for all of the training, verification, and testing steps. For the training, verification, testing, and whole estimation process, it was determined that the output values and the target values were very close to each other, and the fit line overlaps most of the data points. In addition, apart from the mean square error (MSE) value used in the study, the mean absolute percentage error (MAPE) value is expected to be below 10% in order to evaluate the predictive power of the developed network. Since the MAPE value of the developed artificial neural network is 0.0607 (6.07%), it has been determined that ANN is an effective tool in predicting the sustainability index.

Conclusion and Discussion:

In this study, the BIST sustainability index value is estimated with artificial neural networks by using the financial indicators of the companies included in the index. Financial indicators of 48 companies included in the sustainability index between 2014 - 2019 were used in quarterly timesteps. The time variable was used as input, together with the Price/Earnings, Market to Book value, Earnings per Share, Equity/Assets, Return on Assets and Return on Equity ratios. The sustainability index value constitutes the output variable. The mean least-squares (MSE) value was found to be 471.41 for the verification process from the 20 runs, and it was observed that the developed artificial neural network produced results with acceptable error rates. It was observed that the data used for each of the training, verification, and testing stages in the artificial neural network were very close to the regression line, and the R-value was above 0.97. It has been seen that the developed ANN model can be used as an effective estimation tool for the estimation of the BIST sustainability index.

1. GİRİŞ

Günümüzde değişmekte olan rekabet koşulları, iklim değişikliği, sosyal, çevresel ve ekonomik karmaşıklıklar zorunlu olarak işletmeleri zorlu ve dinamik çalışma koşullarına yönlendirmektedir. Özellikle 2008 yılında ABD’de ortaya çıkana Mortgage krizinden sonra firmaların çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyetlerini rapor olarak hazırlanması zorunlu hale gelmiştir. Sürdürülebilirlik raporlama, firmaların çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyet sonuçlarını tek rapor şeklinde sunmaktadır.

Sürdürülebilirlik raporlama; çevresel ve sosyal uygulamaları da kapsayan ekonomik, stratejik ve operasyonel faktörlerin daha ileri boyutu olarak kurumsal şeffaflığı artırmak, risk yönetimini güçlendirmek, paydaş katılımı ve iletişiminin sağlanmasını desteklemektedir. Firmaların sürdürülebilirlik rapor hazırlamaya başlamasından sonra küresel borsalarda sürdürülebilirlik endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Bu endekste, firmaların yer almaları için belirli kriterler dikkate alınarak hesaplama yapılmış ve bu hesaplama sonucunda elde edilen verilere göre firmalar sürdürülebilirlik endeksinde yer almıştır. Firmaların sürdürülebilirlik endeksinde yer almaları, firmanın itibar kazanmasının yanı sıra firma ile yatırımcılar arasında güven olgusu oluşturmasını da etkilemektedir. Borsalarda sürdürülebilirlik endeksinin oluşmasıyla birlikte literatürde de araştırma konusu olmuştur. Firmaların sürdürülebilirlik endeksinde yer alması hisse senedi fiyatları, getiri oranları ve finansal performansı üzerine etkisi araştırmaların odak noktası haline gelmiştir.

Araştırmanın amacı, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi’nde yer alan firmaların alternatif yöntem olarak finansal göstergeleri kullanılarak sürdürülebilirlik endeksinin yer alıp almayacağını tahmin etmek ve mevcut sürdürülebilirlik endeksi ile önerilen yöntem sonucu elde edilen endeks değerleri karşılaştırılarak daha objektif ve kolay hesaplanabilir bir endeks elde edilip edilemeyeceği saptamaktır. Araştırmanın ilk bölümünde kavramsal çerçeve kapsamında sürdürülebilirlik ve sürdürülebilirlik endeksi kavramları tanımlanmıştır. İkinci bölümde sürdürülebilirlik endeksi kapsamıyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Son bölümde ise veriler, yöntemle ilgili bulgular sunularak, elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Küreselleşme ekonomik büyümeyi de beraberinde getirmiştir. Bunun sonucu olarak ülkelerde olumlu gelişmeler olmakla birlikte birçok ülkede yoksulluk, gelir eşitsizliği, sağlık sorunları gibi yıkımlar ortaya çıkmıştır (Tokgöz ve Önce, 2009: 250). Bu yönüyle firmaların pazarda rekabet edebilmesi ve pazar payını koruyabilmesi için firmanın finansal performansının iyi olmasının yanı sıra bu durumun sürekliliği de önemli hale gelmiştir. Birçok alanda önemli bir kavram olarak ortaya çıkan “sürdürülebilirlik” firmaların faaliyetlerini değerlendirmesinde ön plana çıkmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı, birçok alanda kullanıldığından dolayı tek bir tanımı bulunmamaktadır. Sürdürülebilirlik literatürde kalkınma, tarım, ekonomi, çevre ve büyüme gibi alanlarda kullanılmaktadır (Yavuz, 2010: 65). Chapin (1996), çevre alanında sürdürülebilirlik, gelecek dönemlerde çevresel faktörlerin devamlılığının sağlanması; Soubbotina (2004), insan taleplerinin karşılanması ve haklarının korunması; Çakar (2007), çevresel sürdürülebilirlik, mevcut kaynakları kullanırken gelecek kuşakları da düşünerek onların da bu kaynaktan faydalanma imkânı sağlamak; Aksoy (2013), firmalar sürdürülebilirlik kavramını, ulusal ya da uluslararası pazarda rekabet edebilmesi için ekonomik faaliyetlerinin yanı sıra çevresel ve sosyal sorumluluklarını da yerine getirmesi; Çamlıca ve Akar (2014), sürdürülebilirliği kalıcı hale getirmek olarak ifade edilmektedir.

Sürdürülebilirlik, firmalar açısından çevresel yaklaşımlar sonucunda genel farkındalığın bir parçası olmuştur. Firmalar açısından sürdürülebilirlik; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların entegrasyonuna yönelik geniş bir yaklaşım içermektedir (Kocmanova ve Hřebíček, 2011: 545). Ekonomik sürdürülebilirlik, işletmelerin kâr elde etmesi ve güvenilir bir finansal yapıya sahip olması; çevresel sürdürülebilirlik, işletmelerin faaliyetleri sürecinde çevreye zarar vermemesi ya da zarar verecek faktörlerin önlenmesi; sosyal sürdürülebilirlik, işletmede alışanlarının çalışma şartlarının iyileştirilmesi, müşterilerinin ve toplumun yaşam kalitesinin artırılması olarak açıklanmaktadır (Güçenme Gençoğlu ve Aytaç, 2016: 52).

Firmalarda sürdürülebilirlik olgusunun oluşturulması için öncelikle finansal tablo bilgilerinin manipülasyon yapılmadan gerçeğe uygun ve şeffaf bir şekilde sunulması gerekmektedir. Firmaların sürdürülebilirlik kapsamında ekonomik göstergelerinin yanı sıra firmanın faaliyetlerinde çevreye zarar vermeyen araçlar kullanmalı, çevreyi koruma bilincine sahip olmalı, çalışanlarına sağlıklı çalışma ortamı oluşturmalı ve var olan koşullar iyileştirilmeli, enerji tasarrufu yapması gerekmektedir. Ancak firmalar sürdürülebilirlik kavramını, hayırseverlik olarak

algılamışlardır. Örneğin, firmanın üretim sürecinde çevreye zarar vermesi ve bu zarara karşılık ağaçlandırma yapmak yerine çevreye zarar veren etkiyi ortadan kaldırmaya çalışması sürdürülebilirliğin oluşmasını sağlayacaktır (BIST, 2014: 5).

Yatırımcıların yatırım portföyü oluştururken sürdürülebilirlik faaliyetlerini bir kriter olarak değerlendirmesi, finansal piyasalara bağlı endeksin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sürdürülebilirlik endeksleri ilk olarak 1990 yılında oluşturulmuştur. Bu endeksler arasında 1990'da hesaplanmaya başlanan Domini 400 Sosyal Endeksi 1990, Dow Jones 1999, Financial Times Stock Exchange (FTSE) 2001 ve Türkiye'de ise 2014'de oluşturulmaya başlanmıştır (Gök ve Özdemir, 2017: 90). Bu endekslerin oluşturulma amacı, sürdürülebilirlik uygulamalarının ortakların uzun dönemde değer yaratmak için potansiyel bir unsur oluşturmaktır. Sürdürülebilirlik uygulamaları; fırsatların geliştirilmesine, ekonomik, çevresel ve sosyal risklerin yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Yatırımcılar bu unsurları başarının elde edilmesi anlamında önemli bir değer olduğunu düşünmektedir (Cheney, 2004: 14).

Türkiye'de sürdürülebilirlik endeksinin oluşturmak amacıyla Türk İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD) ve Borsa İstanbul (BİST) ortaklaşa proje oluşturmuşlardır. Endeksin oluşturulmasındaki amaç, firmalarda sürdürülebilirlik bilgisinin ve uygulamasının artırılmasıdır. Bu doğrultuda firmalar, finansal tabloları hesap verilebilir, şeffaf, güvenilir şekilde sunabilecek aynı zamanda ortaya çıkabilecek riskleri engelleme stratejisi oluşturacaktır. Sürdürülebilirlik endeksine dahil olan firmalar uluslararası pazarda rekabet etme imkanı bulacak, kolay ve ucuz yatırım kaynakları elde edecektir (Sancar, 2013: 74).

BİST, Ethical Investment Research Services Limited (EIRIS) ile Ekim 2013'te anlaşma imzalayarak BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alacak firmaları değerlendirmiş ve bu değerlendirme BİST 30 firmaları üzerinde yapılmıştır. BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan firmalar 4 Kasım 2014' de yayınlanmaya başlanmıştır. BİST Sürdürülebilirlik Endeksi Ekim-Kasım dönemleri olmak üzere 1 endeks dönemi olarak değerlemeye alınmakta ve her yıl değerlemeye tabi olan firmalar Aralık ayında revize edilerek yayınlanmaktadır. BİST Sürdürülebilirlik Endeksi 2019 yılı itibarıyla BİST100 ya da BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'ne dahil edilecek firmalar isteğe bağlı olarak değerlemeye tabi tutulacaktır (<https://www.borsaistanbul.com/files/bist-surdurulebilirlik-endeksi-temel-kurallari-31122014.pdf>).

Endeksin finansal olarak hesaplanmasında BİST'te kayda alınan en son tutarlar kullanılmaktadır. Endeksin hesaplanması Eşitlik 1'de verilen formüle göre yapılmaktadır (BİST, 2014: 3);

$$E_t = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{F_{it}}{D_t} \right) * N_{it} * H_{it} * K_{it}}{B_t} \quad (1)$$

E_t = Endeksin t zamandaki değeri

n = Endekse dahil olan pay (şirket) sayısı

F_{it} = "i" nci payın t zamandaki fiyatı

N_{it} = "i" nci payın t zamandaki toplam sayısı

H_{it} = "i" nci payın t zamandaki endeks hesaplanmasında kullanılan fiili dolaşımda bulunan kısmının toplam pay sayısına oranı

K_{it} = "i" nci payın t zamandaki katsayısı

D_t = Endeksin döviz kurunun t zamandaki değeri

B_t = Endeksin t zamandaki bölen değeri

Aynı zamanda sürdürülebilirlik endeksi değerlemesinde; atık, iklim değişikliği, yolsuzlukla mücadele, insan hakları, atıkların geri dönüşümü, çalışanlara sağlanan sağlık ve güvenlik hizmetleri, tedarik zinciri, yönetim kurulu yapısı gibi çevresel, sosyal ve yönetim uygulamaları da kriter olarak kullanılmaktadır (Aytekin ve Erol, 2018: 871).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde sürdürülebilirlik endeksi ile ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla firmaların hisse senedi fiyatları ya da finansal performans üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma daha önceki araştırmalardan farklı olarak ve literatüre katkısı sürdürülebilirlik endeksinde yer alacak firmaların finansal göstergeleri kullanılarak objektif bir şekilde endekste yer yer alıp almayacağı tahmin edilmiştir. Yapılmış çalışmalarının tamamı burada sıralamak araştırmanın kapsamını aşacağı için sürdürülebilirlik endeksinin firmaların hisse senedi ve finansal performansı üzerine olumlu veya olumsuz etkileri ile ilgili olarak günümüze kadar yapılmış bazılarına ilişkin ampirik araştırmalar ve elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Curron ve Moran (2007), FTSE4Good UK sürdürülebilirlik endeksinde yer alan 54 firmanın 1999-2002 dönemleri arasında endekste yer almalarının hisse senedi fiyatı üzerine etkisini incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, firmaların endekste yer almalarının hisse senedi fiyatı üzerine etkisi olmadığı saptanmıştır.

Aras, Aybars ve Kutlu (2010), İMKB 100 endeksinde yer alan 40 firmanın kurumsal sosyal sorumluluk ve finansal performans arasında ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analiz sonucuna göre, bir ilişki olmadığı elde edilmiştir.

Lourançe, Branco, Curto ve Eugenio (2012), Kanada ve ABD’de faaliyet gösteren 600 firmanın 2007-2010 dönemine ait verileri kullanılarak Dow Jones Global Total Stock Market Index yer almalarının piyasadaki itibarı üzerine etkisine odaklanmışlardır. Araştırmada, firmaların sürdürülebilirlik endeksinde yer alan ve yer almayan olarak sınıflandırmıştır. Buna göre, sürdürülebilirlik endeksinde dahil olan firmalar piyasada daha çok itibar elde etmektedir.

Cheung ve Roca (2013), 2002-2010 dönemlerinde dokuz Asya Pasifik ülkesinde faaliyet gösteren ve Dow Jones Global Sürdürülebilirlik Endeksi’ne dahil olan firmaların ve endeksten çıkartılan firmaların risk, getiri ve likidite etkisini analiz etmişlerdir. Buna göre, endeksten çıkartılan firmaların hisse senetlerinde negatif ve anlamlı getiri oranı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çıtak ve Ersoy (2016), PD/DD oranı ile hisse senedi getiri oranlarını kullanarak sürdürülebilirlik endeksinde dahil edilen firmaların yatırımcı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Analiz sonucuna göre, sürdürülebilirlik endeksi ilan edildikten sonra kısa süre sonra yatırımcıların hisse senedine talepleri artmış, hisse senedi getiri oranlarında anlamlı bir değişiklik olmadığı ancak PD/DD oranlarının endekste dahil olmayan firmalara göre daha yüksek olduğuna ulaşılmıştır.

Şahin ve Akgün (2016), BİST sürdürülebilirlik endeksinde dahil olan firmaların finansal performanslarının ölçümü ve gelişmesini araştırmıştır. Araştırmada, BİST sürdürülebilirlik endeksi 2016 yılında dahil olan 18 firmanın finansal tablo bilgileri kullanılmış ve bulgulara göre, firmaların finansal etkinliklerinin arttığı sonucunu elde etmiştir.

Akyüz ve Yeşil (2017), BİST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan ve üretim sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuca göre, İhlas Ev Aletleri İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş.’nin finansal performansı oran analizi yöntemine göre en düşük çıkmıştır.

Şamiloğlu, Bağcı ve Kahraman (2018), BİST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan firmaların likiditeleri karşılaştırmıştır. BİST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan 33 firmanın 2009-2016 yılları arasında likidite performansları karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre, likiditesi en yüksek olan firma TURKCELL iken en düşük firma ise SABANCI olduğu saptanmıştır.

Yıldırım, Uzun Kocamış ve Tuncer Tokur (2018), BİST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan firmaların endekse dahil oldukları dönem ve dahil olmadıkları dönemler arasında faaliyet ve finansal performans göstergeleri karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre, aktif devir hızı, finansal kaldıraç ve özsermaye kârlılığı oranlarında anlamlı değişiklik olduğu saptanmıştır.

4. ARAŞTIRMA

4.1. Amaç ve Yöntem

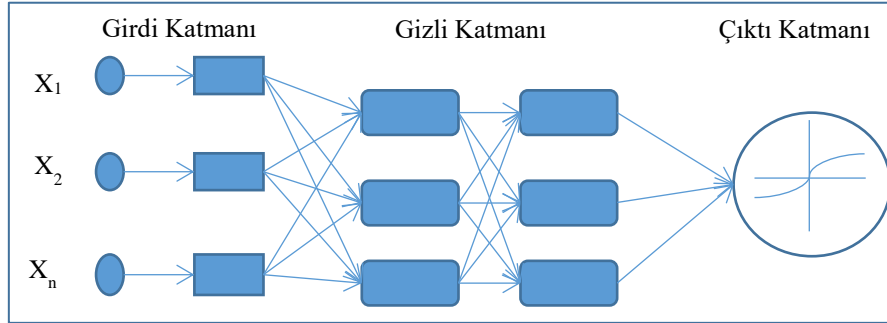
Bu araştırmanın amacı BİST sürdürülebilirlik endeks değerinin tahmininde alternatif bir yaklaşım olarak yapay sinir ağlarının kullanımının gösterilmesidir. Sürdürülebilirlik endeksinin belirli ve yönetsel ve finansal yeterliliğe sahip firmaların dâhil olduğu bir endeks olduğu düşünüldüğünde, bu nitelikteki firmaların finansal göstergelerinin şeffaf ve güvenilir şekilde hesaplandığı ve ilan edildiği, dolayısıyla da bu göstergeler üzerinden de sürdürülebilirlik endeksinde yönelik tahmin yapılabileceği öngörülmektedir.

BİST sürdürülebilirlik endeksinin tahmini için Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. Yapay sinir ağları tahmin (pazar payı, hava durumu vb.), sınıflandırma (hastalık teşhis etme, karakter tanıma), kümeleme (iş gruplarının belirlenmesi, araçların, çalışanların kümelenmesi), sınıflandırma ve veri yorumlama ve filtreleme (gürültü ayıklama, ses ayıklama, görüntü netleştirme) gibi çok çeşitli problemler için etkin bir araç olarak kullanılmıştır (Sağiroğlu, Beşdok ve Erler, 2003).

Yapay sinir ağlarının finans alanındaki uygulamaları 1990'lı yıllarda artmaya başlamıştır. Yapay sinir ağları, firmalarda finansal başarısızlık tahminlemede (Akkaya, Yakut, Demireli ve Yakut, 2009), finansal bilgi manipülasyonunun tespitinde (Küçükkocaoğlu, Benli Keskin ve Küçüksözen, al2007), bankaların finansal başarısızlıklarının tahmininde (Altunöz, 2013), hisse senedi fiyat tahmininde (Schöneburg, 1990; Tektaş ve Karataş, 2004), borsa endeks tahmininde (Kutlu & Badur, 2004), İMKB Ulusal-100 endeksinin yönünün tahmin edilmesinde (Diler, 2003), İMKB sigorta endeksindeki firmaların hisse senedi fiyatlarının tahmininde (Akcan ve Kartal, 2011) kullanılmış ve finans alanındaki problemler için önemli bir araç olduğu gösterilmiştir. Ayrıca finans alanındaki tahmin problemlerin çözümünde yapay sinir ağlarının etkinliği Bansal, Kauffman ve Weitz (1993) çalışmalarında yapay sinir ağları ile doğrusal regresyon analizini karşılaştırması ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağları insan biyolojik sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiş, birbirine paralel ve dağıtılmış çok sayıda yapay sinir hücresinden oluşan, paralel dağılımlı ve doğrusal olmayan yapıyla geçmiş verilerden öğrenerek bunlara göre sonuçlar üretebilen sistemlerdir. YSA, insan beyninin ve sinir sisteminin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, oluşturabilme, keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemidir (Subaşı, Beycioğlu ve Emiroğlu, 2009).

Bir yapay sinir ağı temelde 3 temel bileşenden oluşur (Şekil 1). Birinci bileşen girdi verilerinin ağa iletildiği girdi katmanı, ikinci bileşen gizli katmanda bir ya da daha çok katmandan oluşan ve nöronların birbiriyle etkileşim halinde olduğu girdi katmanından gelen verilerin ağırlıklandırıldığı gizli katman ve son olarak gizli katmandan gelen verileri işleyerek bir eşik fonksiyondan geçirip ağıncı çıktı olarak hesaplayan çıktı katmanıdır.



Şekil 1. Yapay Sinir Ağı Yapısı

Yapay sinir ağları, geçmiş verileri kullanarak istenilen çıktıyı en iyi şekilde verecek ağırlıkları belirleyerek sonuç üretirler. Bu süreç çoğunlukla kara kutu model yaklaşımı ile gösterilir. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi için çeşitli sinir ağı yapıları ve öğrenme algoritmaları bulunmaktadır. Geri yayımlı ağ yapısı ve öğrenme yöntemi yaygın kullanılan öğrenme tekniklerindedir.

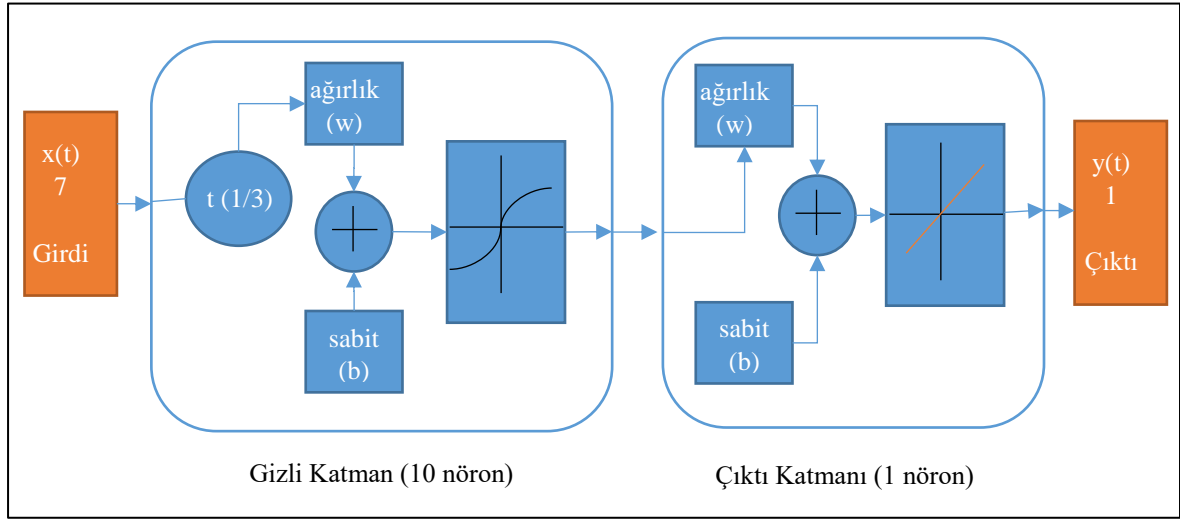
4.2. Veriler-Parametreler

BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde 2014 ve 2015 yılında BİST 30 firmaları, 2016 yılı için BİST 50 firmaları, 2017 yılı için 43, 2018 ve 2019 yılları için ise sırasıyla belirlenmiş 62 ve 56 firma yer almıştır. Çalışmaya bunlar arasından verileri tutarlı olan ve bunlara sağlıklı bir şekilde ulaşılabilen 48 firma dâhil edilmiştir.

Sürdürülebilirlik endeksi tahmininde 2015-2019 yılları (5 yıl), çeyreklik dönemler halinde endekse dahil edilen firmaların 6 finansal göstergesi aracılığıyla (48 x 5 x 4) x 6 veri matrisi olarak kullanılmıştır. Araştırmada Sürdürülebilirlik Endeks değerinin hesaplanmasında; endekse dahil firmaların finansal performanslarını ortaya koyan fiyat/kazanç, piyasa değeri/defter değeri, hisse başına kâr, özsermaye/aktifler, aktif kârlılığı ve özsermaye kârlılığı oranları kullanılmıştır. Aynı yıllar için sürdürülebilirlik endeksi değerleri çıktı vektörü aynı tarihler için firma sayısı kadar tekrarlanmak üzere (1 x 960) olarak yıl sonu değerleri esas alınarak kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan veriler Borsa İstanbul web sayfasından ve Finnet/Stockkeys Pro veri tabanından elde edilmiştir. Finnet/Stockkeys pro veri tabanı internet üzerinden web tabanlı olarak çalışan bir temel analiz uygulamasıdır. Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren firmaların bilançolarına dayalı verileri, anlık olarak kullanıcılarının finansal analiz yapmalarına olanak sağlayacak şekilde iletmektedir.

BIST sürdürülebilirlik endeksinin tahmini için geliştirilen yapay sinir ağının yapısı Şekil 2'de görülmektedir. Ağ problemde kullanılan 7 girdiden oluşan girdi katmanı, 10 nörondan oluşan gizli katman ve tek çıktıyı gösteren çıktı katmanından oluşmaktadır. Gizli katmanın çıktı değerinin hesaplanmasında sigmoid aktivasyon fonksiyonu, çıktı katmanını değerinin hesaplanmasında ise doğrusal aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 2. Kullanılan YSA Modeli Çözüm Süreci Verileri

Geliştirilen zaman gecikmeli yapay sinir ağının parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Yapay sinir ağının öğrenme algoritması olarak Levenberg–Marquardt algoritması kullanılmış, 341 iterasyonda durdurma kriterini (doğrulama örneklerindeki hata kareleri ortalamasının artışının durması) sağlayan performans değerine ulaşılmış ve en küçük hata kareleri ortalaması (MSE) değeri 454,286 bulunmuştur. Geliştirilen YSA'nın zaman (girdi) gecikmesi değeri 3 dönem olarak bulunmuş ve gizli katmanda 10 nöron kullanılmıştır. Analizler Matlab 2017 ortamında Intel Core i3 3.1 Ghz özelliklerine sahip bilgisayar ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Geliştirilen Yapay Sinir Ağı Parametreleri

Parametre	Değer
Öğrenme algoritması	Levenberg–Marquardt
İterasyon	341
Zaman gecikmesi	1:3
Girdi sayısı	7
Gizli Katmandaki nöron sayısı	10
Çıktı sayısı	1
Süre	2 saniye
Performans (min MSE)	454,286

Çalışmada doğrusal olmayan girdi (x_t) ve çıktı (y_t) değerlerine sahip y_t serisinin tahmin edilmesi için x_t serisinin geçmiş değerleri kullanılmıştır.

$$Y_t = f(x_{t-1}), f(x_{t-2}) \dots f(x_{t-d}) \quad (2)$$

Girdi olarak belirlenen x_t serisi, endekse dahil firmaların fiyat/kazanç, piyasa değeri/defter değeri, hisse başına kâr, özsermaye/aktifler, aktif kârlılığı ve özsermaye kârlılığı oranlarından oluşmaktadır. Ayrıca zaman serisinin

zaman bileşeni de 7. değişken olarak girdilere dahil edilmiştir. Böylelikle (20 zaman dönemi*48 firma x 7 değişken) yapısında bir girdi matrisi kullanılmıştır. Çıktı y_t değişkeni olarak ise BİST sürdürülebilirlik endeksi değeri XUSRD kullanılmıştır (1x960). Veri matrisindeki tüm değerler rastgele karıştırılarak kullanılmıştır.

Doğrusal olmayan girdi çıktı ağı yapısında toplam 7 girdi (x_t) değişkenine karşılık 7 nöron giriş katmanında yer almış ve 1 y_t çıktı değişkenine karşılık da 1 hedef nöron tanımlanmıştır. Veri matrisindeki 960 zaman dönemi rastgele ayrıştırılarak %70'i (672) yapay sinir ağının eğitimi için, %15'i (144) doğrulama için ve kalan %15'i (144) de test için kullanılmıştır.

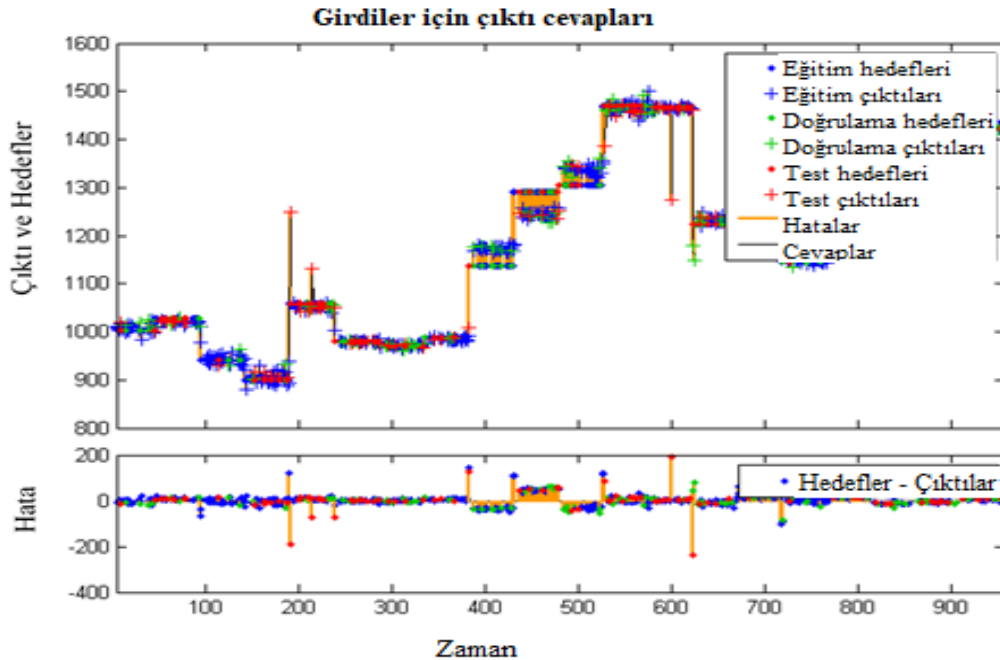
Oluşturulan yapay sinir ağının performans sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Toplamda 672 verinin kullanıldığı eğitim aşamasında YSA'nın ürettiği tahminlerin MSE değeri 454,286 bulunmuş, en küçük sürdürülebilirlik endeks değerinin 898,80 olduğu düşünüldüğünde bulunan MSE'nin en fazla minimum endeks değerinin yarısı kadar hata karesini işaret ettiği görülmektedir.

Tablo 2. Yapay Sinir Ağı Sonuç Sonuçlarının Performansı

	Veri Sayısı	MSE	R ²
Eğitim	672	454,28610	0,98343
Doğrulama	144	471,4141	0,97804
Test	144	1967,10608	0,94844

Girdi ve çıktı değerleri arasındaki korelasyonun bir ölçüsü olarak R² değeri eğitim, doğrulama ve test basamaklarının hepsi için de oldukça yüksek bulunmuştur. Çıktı ve girdi arasındaki bu yüksek korelasyon, çıktıların tahmininde doğru girdilerin kullanıldığının bir işareti olarak değerlendirilmektedir.

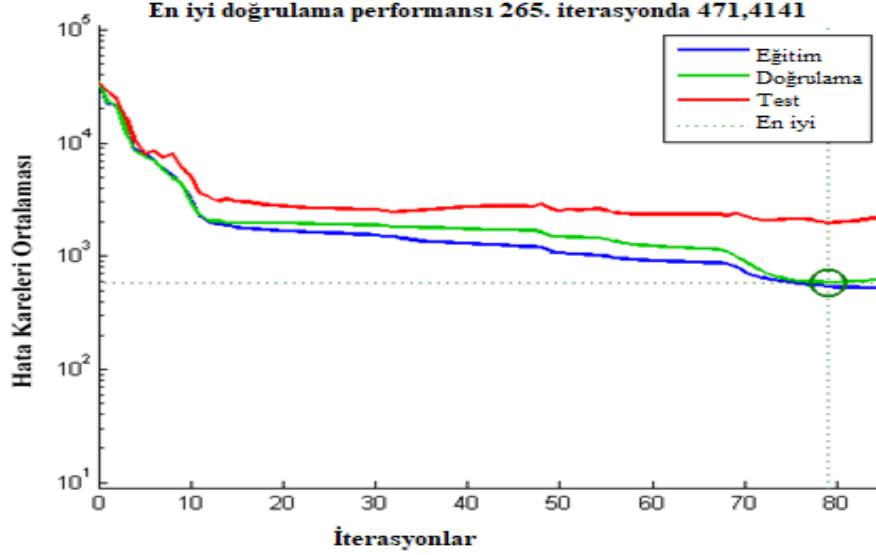
Geliştirilen yapay sinir ağının ürettiği çıktılar ve hedef değer ile yakınlığı aşağıda Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. Hedef Değer ve Çıktı Değerler ile Hatalar

Şekil 3'de eğitim, doğrulama ve test aşamalarının her birisinde gerçek değerler ile YSA'nın ürettiği değerler görülmektedir. YSA değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu görülmektedir.

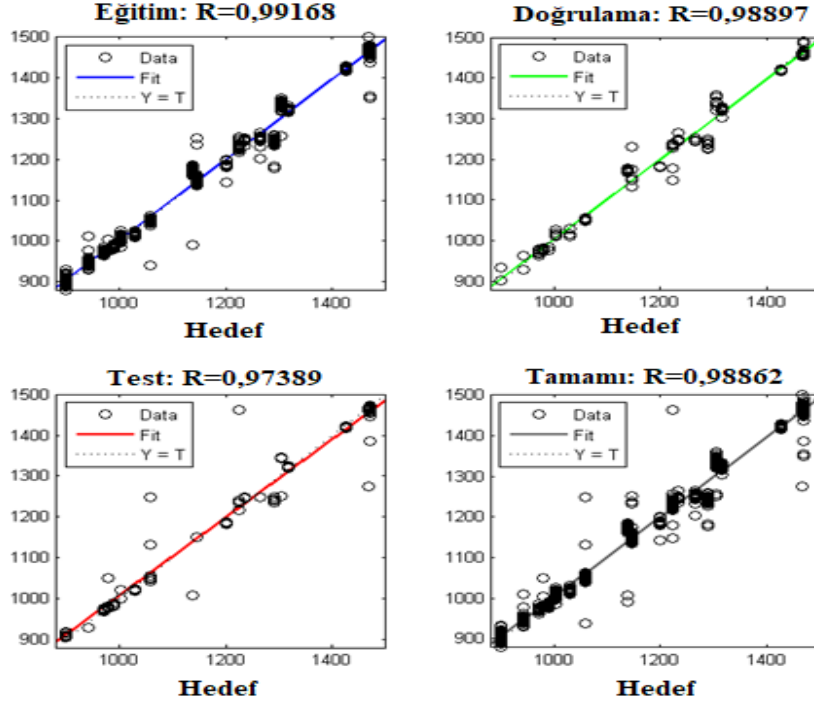
Şekil 4 daha kolay anlaşılır bir grafik olarak yapay sinir ağının performansını göstermektedir. En yaygın performans ölçüm araçlarından olan hata kareleri ortalaması (MSE) değerinin iterasyon sayısına göre değişimi incelendiğinde, MSE değerinin en düşük olduğu seviyenin 454,286 ile 265. iterasyon olduğu görülmüştür.



Şekil 4. YSA Performansı: Hata Kareleri Ortalaması

Mavi çizgi ile gösterilen eğitim aşamasında ve yeşil çizgi ile gösterilen doğrulama aşamasında MSE değerinin minimum seviyede (454,286) olduğu görülmektedir. Test aşamasındaki MSE değerinin ise daha yüksek seviyede gerçekleştiği görülmektedir. Bu sonuçlar YSA'nın iyi bir performans sergilediğini göstermektedir.

Eğitim, doğrulama, test ve tüm tahmin süreci için çıktı değerleri ile hedef değerlerin uygunluk doğrularının durumu Şekil 5'de görülmektedir. Doğruların birbirine oldukça yakın olduğu, değerlerin doğrular üzerinde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 5. Eğitim, Doğrulama, Test ve Tüm Çıktılar için Sapmalar

Tüm aşamalarda YSA tahmininin uygunluk doğruları ile büyük oranda çakıştığı, YSA' nın hedef değerlerini içeren sonuçlar ürettiği görülmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan hata kareleri ortalaması (MSE) değerinin dışında, geliştirilen ağı tahmin gücünün değerlendirilmesi için ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerinin %10'un altında olması beklenmektedir. Geliştirilen yapay sinir ağı'nın MAPE değeri 0,0607 (%6,07) bulunduğundan YSA' nın sürdürülebilirlik endeksinin tahmininde etkin bir araç olduğu görülmektedir.

Yukarıda açıklanan bulgular farklı ağ konfigürasyonları ile yapılan denemelerden elde edilen en iyi parametre ayarlarıyla yapılan 20 çalıştırmadan elde edilen en iyi sonuçları göstermektedir. Farklı ağ yapılarıyla ve farklı parametre değerleriyle ağı performansının değişeceği açıktır. Gelecekteki çalışmalarda farklı ağ yapılarının performans karşılaştırması ya da parametre değerlerinin optimizasyonuna yönelik araştırmalar yapılabilecektir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada BİST sürdürülebilirlik endeks değerinin, endekse giren firmaların finansal göstergeleri kullanılarak yapay sinir ağları ile tahmini yapılmıştır. Sürdürülebilirlik endeksine dahil 48 firmanın son beş yıldaki üçer aylık dönemler itibarıyla finansal göstergeleri kullanılmıştır. Fiyat/kazanç, piyasa değeri/defter değeri, hisse başına kâr, özsermaye/aktifler, aktif kârlılığı ve öz sermaye kârlılığı oranları ile birlikte zaman değişkeni de girdi olarak kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik endeks değeri ise çıktı değişkenini oluşturmaktadır. Yapılan 20 tekrarlı iterasyonlar sonucunda en küçük hata kareleri ortalaması (MSE) değeri doğrulama süreci için 471,41 olarak bulunmuş, geliştirilen yapay sinir ağı'nın kabul edilebilir hata oranlarında sonuçlar ürettiği görülmüştür. Yapay sinir ağında eğitim, doğrulama ve test aşamalarının her biri için kullanılan verilerin regresyon doğrusunun üzerinde ya da çok yakınında olduğu, R değerinin 0,97'nin üzerinde olduğu görülmüştür.

YSA modelinin etkili bir tahmin aracı olarak BİST sürdürülebilirlik endeksinin hesaplanmasında kullanılabileceği görülmektedir. Sürdürülebilirlik endeks değeri hisse senedi değerlerine bağlı olarak piyasada hesaplanmaktadır. Sürdürülebilirlik endeksine dahil edilecek firmaların seçimi ise diğer bir önemli noktayı işaret etmektedir. Firmaların sürdürülebilirlik endeksine dahil olacak firmaları belirlemek üzere yabancı danışmanlık firmaları tarafından uzun ve yüksek maliyetli bir süreç izlenmekte, bu süreçte firmaların değerlendirilmesinde kullanılacak nitel ve nicel veriler anket benzeri yöntemlerle elde edilmektedir. Dolayısıyla sürecin uzunluğu ve yüksek maliyeti, verilerin ve veri toplama yönteminin güvenilirliği değerlendirildiğinde sürdürülebilirlik endeksine girebilecek firmaların belirlenmesi/tahmin edilmesi bir diğer önemli problem alanı olacaktır. Bu sürecin kolaylaşması ve daha düşük maliyetle otomatik olarak yapılabilmesi önemli bir avantaj sağlayabilecektir. Yapay sinir ağları tahmin problemlerinde olduğu gibi sınıflandırma ve kümeleme problemlerinde de başarılı sonuçlar üreten bir yöntem olarak bu konuda yapılabilecek çalışmalarda da kullanılabilecektir.

YAZARLARIN BEYANI

Katkı Oranı Beyanı: Birinci yazar makalenin literatür taraması ve literatürün yazılması aşamalarında, ikinci yazar veri toplanması aşamalarından, üçüncü yazar ise analiz ve sonuçların raporlanması aşamalarından sorumludur. Çalışmaya birinci yazar %33 oranında, ikinci yazar %33 ve üçüncü yazar ise %34 oranında katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

KAYNAKÇA

- Akcan, A. ve Kartal, C. (2011). İMKB sigorta endeksini oluşturan şirketlerin hisse senedi fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmini. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (51), 27-40.
- Akkaya, G., Yakut, E, Demireli, E. ve Yakut, H. (2009). İşletmelerde finansal başarısızlık tahminlemesi: Yapay sinir ağları modeli ile İMKB üzerine bir uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 187-216.
- Aksoy, Ç. (2013). *Sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesine yönelik ölçek önerisi ve Türkiye'deki işletmelerde uygulaması*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Akyüz, F. ve Yeşil T. (2017). BİST Sürdürülebilirlik Endeksine kayıtlı üretim sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performanslarının incelenmesi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 9(16), 61-78.
- Altunöz, U. (2013). Bankaların finansal başarısızlıklarının yapay sinir ağları modeli çerçevesinde tahmin edilebilirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(2), 189 – 217.
- Aras, G., Aybars, A. ve Kutlu, Ö. (2010). Investigating the relationship between corporate social responsibility and financial performance in emerging markets. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(3), 229-254.
- Aytekin, S. ve Erol, A. F. (2018). Finansal performans kurumsal sürdürülebilirlik performansının temel belirleyicisi midir? BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde Aras yöntemi ile bir uygulama. *UIİD-IJEAS*, 2018(17. ÜİK Özel Sayısı), 869-886.
- Bansal, A., Kauffman, R. J. ve Weitz, R. R. (1993). Comparing the modeling performance of regression and neural networks as data quality varies; a business value approach. *Journal of Management Information Systems*, 10(1), 11-33.
- Borsa İstanbul. (2014). *Şirketler için sürdürülebilirlik rehberi*. Borsa İstanbul: Ekim.
- Borsa İstanbul. (2020). *Bist sürdürülebilirlik endeksi temel kuralları*. Erişim adresi: www.borsaistanbul.com/files/bist-surdurulebilirlik-endeksi-temel-kurallari-31122014.pdf, (10.09.2020).
- Chapin, F. S. (1996). Principles of ecosystem sustainability. *American Naturalist*, 148(6), 1016-1037.
- Cheney, G. (2004). The corporate conscience and the triple bottomline. *Accounting Today*, July(12), 13-14.
- Cheung, A. ve Roca, E. (2013). The effect on price, liquidity and risk when stocks are added to and deleted from a sustainability index: evidence from the asia pacific. *Journal of Asian Economics*, 24, 51-65.
- Curran, M. M. ve Moran, D. (2007). Impact of the FTSE4Good Index on firm price: an event study. *Journal of Environmental Management*, 82(4), 529-537.
- Çakar, U. (2007). Çevreci şirket ve çevre muhasebesi. *Mali Çözüm Dergisi*, 83.
- Çamlıca, Z. ve Akar, G. S. (2014). Lojistik sektöründe sürdürülebilirlik uygulamaları. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 5(11), 100-120.
- Çıtak, L. ve Ersoy, E. (2016). Firmaların BIST Sürdürülebilirlik Endeksine Alınmasına Yatırımcı Tepkisi: Olay Çalışması Ve Ortalama Testleri İle Bir Analiz, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(1), 43-57.
- Diler, A. İ. (2003). İMKB Ulusal – 100 endeksinin yönünün yapay sinir ağları hata geriye yayma yöntemi ile tahmin edilmesi. *İMKB Dergisi*, 7(25-26), 65-81.
- Gök, İ. Y. ve Özdemir, O. (2017). Borsa İstanbul sürdürülebilirlik endeksinin performans karakteristiği. *Sosyoekonomi*, 25(34), 87-105.
- Gücenme Gençoğlu, Ü. ve Aytaç, A. (2016). Kurumsal sürdürülebilirlik açısından entegre raporlamanın önemi ve BIST uygulamaları. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (72), 51-66.
- Kaynar, O. ve Taştan, S. (2015). Zaman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modelinin karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(33), 161-172.
- Kocmanova, A. ve Hřebíček, J. (2011). Corporate governance and sustainability. *Economics and Management*, 16, 543-550.
- Kutlu, B. ve Badur, B. (2009). Yapay sinir ağları ile borsa endeksi tahmini. *Yönetim*, 20(63), 25-40.
- Küçükkoçoğlu, G., Keskin, B. ve Küçüksözen, C. (2007). Finansal bilgi manipülasyonunun tespitinde yapay sinir ağı modelinin kullanımı. *İMKB Dergisi*, 9(36), 1-30.

- Lourenço, I. C., Branco, M. C., Curto, J. D. ve Eugenio, T. (2012). How does the market value corporate sustainability performance? *Journal of Business Ethics*, 108(4), 417-428. doi: 10.1007/s10551-011-1102-8.
- Sağiroğlu, Ş., Beşdok, E. ve Erler, M. (2003). *Mühendislikte yapay zeka uygulamaları-1: Yapay sinir ağları*. Kayseri: Ufuk Kitap Kırtasiye Yayıncılık.
- Sancar, G. A. (2013). Kurumsal sürdürülebilirlik bağlamında kurumsal yönetim: kavramın doğuşu, gelişimi ve değerlendirilmesi. *Selçuk İletişim*, 8(1) 71-84.
- Schöneburg, E. (1990). Stock price prediction using neural networks: A project report. *Neurocomputing*, 2(1), 17-27.
- Soubbotina, T. P. (2004). *Beyond economic growth an introduction to sustainable*. USA: World Bank.
- Subaşı, S., Beycioğlu, A. ve Emiroğlu, M. (2009). Beton mekanik özelliklerinin taze beton özelliklerinden yararlanılarak yapay sinir ağları ile tahmini. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(3), 147-155.
- Şahin, İ. E. ve Akgün, A. (2016). BIST sürdürülebilirlik endeksinde faaliyet gösteren şirketlerin finansal etkinliklerinin analizi. *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 3(4), 355-369.
- Şamiloğlu, F., Bağcı, H. ve Kahraman, Y. E. (2018). İşletmelerin likidite düzeylerinin karşılaştırılması: BİST sürdürülebilirlik endeksi uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 115-129.
- Tektaş, A. ve A. Karataş. (2004). Yapay sinir ağları ve finans alanına uygulanması: Hisse senedi fiyat tahminlemesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(3-4), 338-349.
- Tokgöz, N. ve Önce, S. (2009). Şirket sürdürülebilirliği: geleneksel yönetim anlayışına alternatif. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 11(1), 249-275.
- Yavuz, V. A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63-86.
- Yıldırım, G., Uzun Kocamış, T. ve Tuncer Tokur, Ö. (2018). Sürdürülebilirlik ve firma performansı: BİST sürdürülebilirlik endeksi şirketleri üzerine bir uygulama. *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(15), 90-96.