



Türkiye'nin Konut Satışı Değerlerinin Yapay Sinir Ağları İle Öngörülmesi

Prediction Using Artificial Neural Network of Turkey's Housing Sales Value

Burcu Yaman Selçi*

Öz

Gayrimenkul sektöründe konut arz ve talebinin dengede tutulabilmesi için konut satış tahminlerinin güçlü tahminler yapabilecek bir analiz yöntemi ile doğru bir şekilde yapılması büyük önem taşır. Fakat literatürde konut satış tahminlerine odaklanan çalışma sayısının oldukça az olduğu ve yeni nesil tekniklerden yapay sinir ağları ile tahmin yapan çalışma sayısının kısıtlılığı dikkat çekicidir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı Türkiye'de konut satışlarının tahminini ve öngörüsünü yapay sinir ağları ile gerçekleştirerek literatüre katkı sunmaktır.

Çalışmada konut-fiyat endeksi, yeni konut-fiyat endeksi, yeni olmayan konut-fiyat endeksi, yabancılara yapılan konut satışı, bankalarca TL üzerinden konut kredilerine açılan faiz oranları, tüketici fiyat endeksi ve kur bağımsız değişkenler olarak seçilmiş ve konut satışı bağımlı değişken olarak kullanılarak yapay sinir ağlarında bir model geliştirilmiştir. Veriler 2013:01-2019:12 dönemlerini kapsayacak şekilde aylık olarak alınmış ve analizler MATLAB R2013a programında gerçekleştirilmiştir. Tahmin ve öngörü analizi için NARX ağı kullanılarak 2013:01-2019:12 döneminin tahmini ve 2020:01 döneminin öngörüsü elde edilmiştir. Performans ölçütü olarak ise MSE kullanılmıştır. Analiz sonucunda yapay sinir ağlarının ürettiği tahmin değerlerinin ve 2020:01 dönemine ait öngörü değerinin gerçek değerler ile oldukça yakın olduğu ve yapay sinir ağlarının mevsimlik etkileri saptayabildiği tespit edilmiştir. MSE değerinin küçüklüğü de tahmin ve öngörü başarısını ortaya koymuştur. Bu durum yapay sinir ağlarının konut satışı tahmininde ve öngörüsünde güçlü istatistiksel sonuçlar ürettiğini doğrular niteliktedir.

Anahtar Kelimeler

Konut Satışı, Yapay Sinir Ağları, Öngörü, Tahmin

Jel Sınıflama Kodları: C45, C51, C53

Abstract

In order to keep the supply and demand in the real estate sector in balance, it is very important to make accurate estimates of house sales with an analysis method that can make strong predictions. However, it is noteworthy that the number of studies focusing on house sales estimates in the literature is quite low and the number of studies that make predictions with artificial neural networks from new generation techniques is remarkable. Therefore the aim of this study is to contribute to the prediction and forecasting of sales literature houses in Turkey performing with artificial neural networks.

In the study, housing-price index, new housing-price index, non-new housing-price index, house sales to foreigners, interest rates opened to housing loans over TL, consumer price index and exchange rate were selected as independent variables and residential sales were used as dependent variables. A model has been developed in neural networks. The data were taken monthly to cover the periods of 2013: 01-2019: 12 and the analyzes were carried out in the MATLAB

* **Sorumlu Yazar:** Burcu Yaman Selçi (Öğr. Gör.), Pamukkale Üniversitesi Denizli Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dış Ticaret Bölümü, Denizli, Türkiye. E-mail: bselci@pau.edu.tr ORCID: 0000-0001-7881-415X
Atıf: Selci Yaman, B. (2021). Türkiye'nin Konut Satışı Değerlerinin Yapay Sinir Ağları İle Öngörülmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 35, 19-32. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2021.35.180033>



R2013a program. Using the NARX network for prediction and forecasting analysis, the prediction of 2013: 01-2019: 12 period and the prediction of 2020: 01 period was obtained. MSE was used as a performance criterion. As a result of the analysis, it has been determined that the predicted values produced by artificial neural networks and the predictive value of 2020: 01 are quite close to real values and artificial neural networks can detect seasonal effects. The smallness of the MSE value also proved the success of forecasting and forecasting. This confirms that artificial neural networks produce strong statistical results in predicting and predicting residential sales.

Keywords

Housing Sales, Neural Networks, Forecasting, Prediction

JEL Classification Codes: C45, C51, C53

Extended Summary

Especially in recent years, it is seen that the real estate sector has an important place in the economy and affects macroeconomic balances. Housing supply and demand are affected by seasonal factors and affect the market. For this reason, it is very important to make the estimations for the real estate sector by choosing methods that produce strong statistical results that can capture the seasonal effects. Artificial neural networks are at the top of these powerful statistical techniques. Artificial neural networks are frequently preferred by researchers in the prediction of economic data and prospective forecasts especially in recent years. It can be said that the reason why artificial neural networks are preferred in contrast to traditional systems is the advantages offered to researchers. At the beginning of these advantages, it can be said that artificial neural networks can work with an unlimited number of variables and parameters, and can make generalizations and predictions with the help of the data shown to it. Thanks to these advantages, it can be said that artificial neural networks can be frequently used in the estimation of economic data in the coming years.

In this study, artificial neural networks have been preferable due to superior features and Turkey's estimated sales value and forecasts of housing was conducted. Monthly data covering the periods of 2013: 01-2019: 12 were analyzed in the MATLAB R2013a program. As a result of the research conducted in the literature for the analysis, housing-price index, new housing-price index, non-new housing-price index, housing sales to foreigners, interest rates opened by banks to housing loans over TL, consumer price index and exchange rate were selected as independent variables and sales of housing, used as a dependent variable. NARX (Nonlinear Autoregressive Exogeneous) network was first trained with the Levenberg-Marquardt back-propagation algorithm (trainlm) in the model, which has ten independent variables, one dependent variable and 924 data in total. 90% of the data was randomly allocated for education, 5% for validity and 5% for testing, as it gave the best results as a result of the trials. The number of hidden layers is chosen as 10, while the number of lags is taken as 5. Mean Squared Error (MSE) was chosen as the performance criterion.

As a result of the analysis, since the NARX network uses historical values in the studies to be predicted and the number of delays is taken as 5, the estimation of the first five values in the data set has been estimated. When the results produced by the neural network in Turkey real value of residential sales values compared to each other, which is very close and has been found to be quite small measure of performance of the value of MSE. In the second stage of the analysis prediction of Turkey's housing sales value for the period of 2020:01 were made. When the real value of the period related to the value produced by artificial neural networks as a result of the prediction is compared, it has been determined that the predictive performance of artificial neural networks is also quite good. The results of the analysis confirm that the artificial neural networks can achieve seasonal effects in predicting and forecasting the house sales and producing strong statistical results in accordance with the literature. Although the results of the study are expected to contribute to the literature, the study has some limitations. This gives the number of studies in order to overcome the limitations, frequency and number of arguments can be increased and a traditional time series method can also be included in the study a model comparison made Turkey's housing sales Values, estimates that the most powerful model can be determined.

Türkiye'nin Konut Satışı Değerlerinin Yapay Sinir Ağları İle Öngörülmesi

Türkiye'de özellikle son yıllarda gayrimenkul sektörünün makroekonomik gelişmeye paralel bir şekilde canlandığı ve konut satışlarının hızlandığı görülmektedir. Gayrimenkul piyasasındaki bu canlılığın devam edebilmesi için konut arz ve talebinin dengede tutulması oldukça önemlidir. Konut arz ve talebinin dengede tutulabilmesi ise konut satış tahminlerinin geleneksel sistemlerin aksine güçlü yeni nesil tekniklerle doğru bir şekilde yapılmasına ve mevsimsel etkilerin tahmin edilebilmesine sıkı sıkıya bağlıdır.

Geleneksel tahmin metotlarının aksine son yıllarda yapay sinir ağlarının tahmin ve öngörü modellerinde kullanımı artmıştır. Bunun nedeni geleneksel tahmin metotlarının aksine yapay sinir ağlarının sahip olduğu üstünlüklerdir. Yapay sinir ağları kendisine gösterilen örnekler yardımı ile makine öğrenmesi gerçekleştirerek genellemelerde bulunabilmekte ve böylece geleneksel sistemlerin aksine karmaşık problemlere çözüm üretebilmektedirler (Öztemel, 2006, s. 31). Bu nedenle araştırmacılar yapay sinir ağlarının üstünlüklerini fark ederek çalışmalarında güvenilir ve hızlı sonuçlar elde etmeye başlamışlardır.

Literatürde konu ile ilgili yapılan araştırma sonucunda araştırmacıların genellikle konut fiyat tahminine odaklandıkları ve konut satışı tahminini yapay sinir ağları kullanarak gerçekleştiren çalışma sayısının oldukça kısıtlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı Türkiye'de konut satışının tahmini ve öngörüsünü geleneksel tahmin metotlarının aksine üstün özellikleri nedeni ile yapay sinir ağları ile gerçekleştirmektir. Bu bağlamda çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Çalışmada öncelikle konut satışını etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenler literatürde yapılan araştırma sonucunda belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler olarak konut-fiyat endeksi, yeni konut-fiyat endeksi, yeni olmayan konut-fiyat endeksi, yabancılara yapılan konut satışı, bankalarca TL üzerinden konut kredilerine açılan faiz oranları, tüketici fiyat endeksi ve kur değerleri kullanılırken bağımlı değişken olarak Türkiye'nin konut satışına ilişkin verileri kullanılmıştır. 2013: 01-2019: 12 dönemlerini kapsayarak aylık olarak elde edilen veri toplam 924 gözlem içermektedir. Analizler MATLAB R2013a programında gerçekleştirilmiştir. Analizde öncelikle NARX ağı kullanılarak 2013:01-2019:12 dönemine ait Türkiye'nin konut satışı değerleri tahmin edilmiş ardından da 2020:01 dönemine ait öngörü gerçekleştirilmiştir. Yapay sinir ağlarının ürettiği tahmin değerleri ve 2020:01 dönemine ait öngörü değeri gerçek değerler ile karşılaştırılmıştır. Buna göre literatürdeki çalışma sonuçları ile uyumlu olarak yapay sinir ağlarının konut satışı tahmininde ve öngörüsünde oldukça başarılı sonuçlar ürettiği saptanmıştır.

Literatür Taraması

Literatürde yapılan araştırma sonucunda konut talebi ve konut satışı tahmini yapılmış çalışmalara rastlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur. Daha önce yapılan bu çalışmalarda analiz yöntemi olarak ARIMA, Uzun Kısa Süreli Bellek Ağı (Long Short-Term Memory (LSTM)), gri öngörme modeli ve yapay sinir ağlarının (YSA) kullanıldığı tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmaların analiz sonuçlarında ise hibrit model, gri öngörme modeli ve yapay sinir ağlarının güçlü sonuçlar ürettiği saptanmıştır.

Goh (1998) Singapur'da konut inşaatı talebinin tahminini gerçekleştirdiği çalışmasında 1975-1994 yılları arasındaki verileri kullanmıştır. Bu çalışmada üç farklı talep tahmin yöntemi kullanılmıştır. Bunlar: Box-Jenkis, çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağlarıdır. Çalışmanın sonucunda yapay sinir ağları modelinin en iyi talep tahmin sonucunu verdiğini saptamıştır.

Bakhary, Yahya ve NG (2004) çalışmalarında 1996-2000 yılları arasındaki verileri kullanarak Malezya'da düşük maliyetli konut talebinin tahminini yapay sinir ağlarını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonucu, yapay sinir ağlarının düşük maliyetli konut talebi tahmininde güvenilir sonuç sağladığı yönünde olmuştur.

Khalafallah (2008) çalışmasında ABD'de konut piyasası performansını yapay sinir ağlarını kullanarak analiz etmek ve tahmin yeteneğini göstermek amacı ile çalışmanın yapıldığı tarih itibari ile son dokuz yıla ait verileri kullanarak analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda öngörmedeki hatanın % -2 ile % +2 arasında olduğunu belirlemiştir.

Zainun (2011) Malezya'daki kentsel alanlarda düşük maliyetli konut talebinin tahmini için gerçekleştirdiği çalışmasında yapay sinir ağları yaklaşımını kullanmıştır. Altı ile sekiz yıllık aylık zaman serisi verileri ve dokuz adet gösterge ile analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda yapay sinir ağlarının düşük maliyetli kentsel konut talebi tahmininde farklı bölgelere göre "çok iyi" ve "iyi" sonuçlar elde ettiğini saptamıştır.

Karaaslan ve Özden (2016) çalışmalarında 2008-2014 yılları arasındaki verileri kullanarak Türkiye'de konut talebi tahminini gerçekleştirmişlerdir. Analiz yöntemi olarak gri öngörme modeli kullanmışlar ve gerçek değerler ile tahmin değerlerini karşılaştırmışlardır. Analiz sonuçları gri öngörme modelinin konut talebi tahmininde kullanılabileceğini kanıtlamıştır.

Dahan (2018) Dubai'deki gayrimenkul talebini tahmin etmek ve talep tahmin esnekliğini hesaplayarak gelecek yılların öngörüsünü gerçekleştirmek üzere 2000-2017 yılları arasındaki verileri kullanmış ve 2018-2020 yıllarındaki talep tahminini regresyon analizi ile hesaplamıştır. Araştırmanın sonuçları Dubide'ki konut talebinin önümüzdeki yıllarda artacağı yönünde olmuştur.

Temür, Akgün ve Temür (2019) Türkiye’de konut satışının tahminini ARIMA, Uzun Kısa Süreli Bellek Ağı (Long Short-Term Memory-LSTM) ve LSTM ile ARIMA yöntemlerinin birlikte bulunduğu bir model kullanarak gerçekleştirmişlerdir. 2008(1) - 2018(4) periyotları arasındaki 124 aylık veri seti ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında MAPE ve MAE değerlerine göre en iyi sonucun LSTM ile ARIMA yöntemlerinin birlikte bulunduğu modelden elde edildiğini ve gerçeğe çok yakın sonuçların bulunduğunu vurgulamışlardır.

Araştırma Metodolojisi

Yapay sinir ağları ile ilgili ilk çalışmalar 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkmasının temelinde ise ekonomik olayları tahmin etme güdüsünün bulunduğu söylenebilir (Yıldız, 2009, s. 99). Gelişen teknoloji ile birlikte son yıllarda üstün özellikleri nedeni ile araştırmacılar yapay sinir ağlarını tahmin ve öngörü ile ilgili çalışmalarda sıklıkla tercih etmeye başlamışlardır.

Yapay sinir ağları makine öğrenmesi gerçekleştirerek benzer olaylara benzer tepkiler verirler (Haykin, 2009, s. 2). Araştırmacı tarafından kendisine gösterilen örnekler sayesinde daha önce öngörülmemiş veriler hakkında bilgi üretebilir (Öztemel, 2006, s. 32; Yurtoğlu, 2005, s. 36). Bu avantajlar araştırmacıların tahmin ve öngörü problemlerinde güçlü analiz sonuçları elde etmelerini sağlar.

Bu çalışmada da üstün özellikleri nedeni ile Türkiye’de konut satış değerlerinin tahmini ve öngörüsü için MATLAB R2013a programından yararlanılarak yapay sinir ağlarında bir model geliştirilmiştir. Bu model Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX/ Nonlinear Autoregressive Exogeneous) ile oluşturulmuştur. Lin vd. (1996) tarafından önerilen NARX ağı, özellikle durağan olmayan zaman serileri söz konusu olduğunda etkin şekilde kullanılmaktadır (Chaudhuri ve Ghosh, 2016 s. 103). NARX ağı geri beslemeli ve ileri doğru hesaplamalı dinamik bir ağıdır. Gelecek tahmini yapılacak çalışmalarda NARX gibi dinamik ağlarda gelecekteki değerleri tahmin etmek için zaman serilerinin geçmiş değerleri kullanılır (Boussaada vd., 2018, s. 3-4; Yavuz, 2018, s. 38). Geleceğe yönelik tahminlerde geçmiş değerleri kullanan NARX ağının matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y(t) = f(y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-n_y), x(t-1), x(t-2), \dots, (t-n_x)) \quad (1)$$

NARX ağının fonksiyonunda ağ girdileri $x(t-1)$, $x(t-2)$ ve $(t-n_x)$ Mathworks gösterilirken ağ çıktıları $y(t-1)$, $y(t-2)$ ve $y(t-n_y)$ olarak gösterilmektedir. n_x geri besleme için uygulanacak geçmiş girdilerin sayısı iken, n_y geçmiş çıktıların sayısıdır (Mathworks, 2018). NARX ağlarında sigmoid aktivasyon fonksiyonu gizli katmanda kullanılırken, doğrusal aktivasyon fonksiyonu çıkış katmanında kullanılmaktadır (Yılmaz, 2015, s. 30).

Geleceğe yönelik öngörü yapılmadan önce NARX ağı eğitime tabi tutulmuştur. Buna göre toplam 924 adet gözlemden oluşan verinin en iyi sonucu verdiği için

%90'ı eğitim verisi olarak seçilirken, %5'i geçerlilik ve %5'i de test için rastgele ayrılmıştır. Yapılan 1-10 arası yapılan denemelerde gecikme sayısının 5 olmasına karar verilmiştir. Gizli katman sayısı ise 10 olarak belirlenmiştir. Ağ Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması (trainlm) ile eğitilmiştir. Bu aşamada yapay sinir ağlarının performansı ise MSE (Mean Squared Error) ile ölçülmüştür.

Veri Analizi ve Bulgular

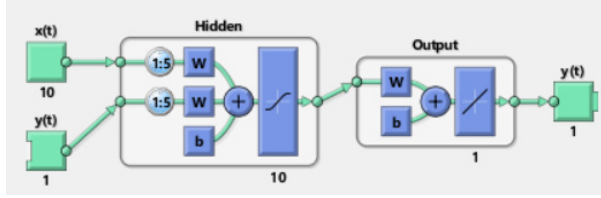
Çalışmada kullanılan değişkenler ve değişkenlere ait bilgiler Tablo1'de gösterilmiştir. Çalışmada veriler aylık olarak alınmış olup 2013: 01 ile 2019: 12 dönemlerini kapsamaktadır. Veriler <https://evds2.tcmb.gov.tr/> adresinden elde edilmiştir. Çalışmada bir adet bağımlı değişken ile on adet bağımsız değişken bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler konut satışı ile ilgili literatür incelendikten sonra seçilmiştir. Bu çalışmada toplamda 924 adet gözlemden oluşan veri on tabanında logaritması alındıktan sonra analize dahil edilmiştir. Bu veri sayısının analiz için yeterli olduğu düşünülmüştür. Çünkü küçük örneklem büyüklüklerinde ağın kendisine gösterilerin bilgileri ezberleyebilme ihtimali bulunmakta ve bu durum güvenilir sonuçların çıkmasına engel olabilmektedir. Analiz için yeterli sayıda verinin bulunduğu çalışmalarda yapay sinir ağlarının sınırsız sayıda değişken ve parametre ile çalışabilme özelliğine sahip olması nedeni ile güvenilir tahmin ve öngörü performansı sağlanmaktadır (Yurtoğlu, 2005, s. 36).

Tablo 1

Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve Bilgileri

Değişkenler	Birim
Konut-Fiyat Endeksi	2017=100
Yeni Konut-Fiyat Endeksi	2017=100
Yeni Olmayan Konut-Fiyat Endeksi	2017=100
Yabancılara Yapılan Konut Satış	Adet
Konut Satışı (Toplam)	Adet
Bankalarca TL Üzerinden Konut Kredilerine Açılan Faiz Oranları	%
Tüketici Fiyat Endeksi (Konut, Su, Elektrik, Gaz ve Diğer Yakıtlar)	2003=100
Kur (Dolar Alış-Satış, Euro Alış-Satış)	TL

Çalışmada yapılan denemeler sonucunda toplam 924 adet gözlemden oluşan verinin en iyi sonucu verdiği için %90'ı eğitim verisi olarak seçilirken , %5'i geçerlilik ve %5'i de test için rastgele olarak ayrılmıştır. 10 adet bağımsız değişken ile 1 adet bağımlı değişkenden oluşan, gecikme sayısının 5, gizli katman sayısının ise 10 olarak alındığı NARX ağının yapısı Şekil 1'de görülmektedir. İlgili değerler ile NARX ağı önce eğitime tabi tutulmuştur.



Şekil 1. NARX Ağının Yapısı

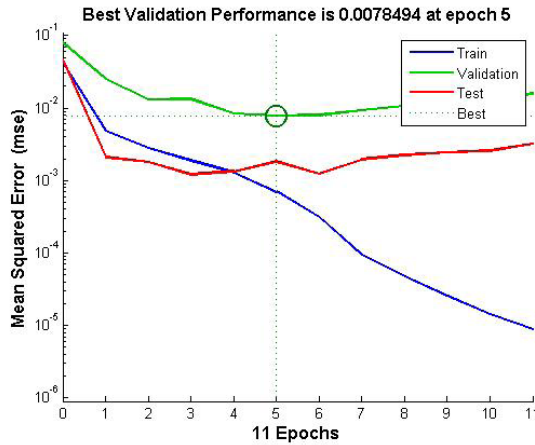
Tablo 2’de ağın eğitimine ilişkin MSE ve kolerasyon (R) değerleri görülmektedir. Buna göre MSE değerlerinin küçüklüğü, R değerlerinin yüksekliği ağın eğitiminin başarılı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2

Ağın Eğitiminde Gerçekleşen MSE ve R Değerleri

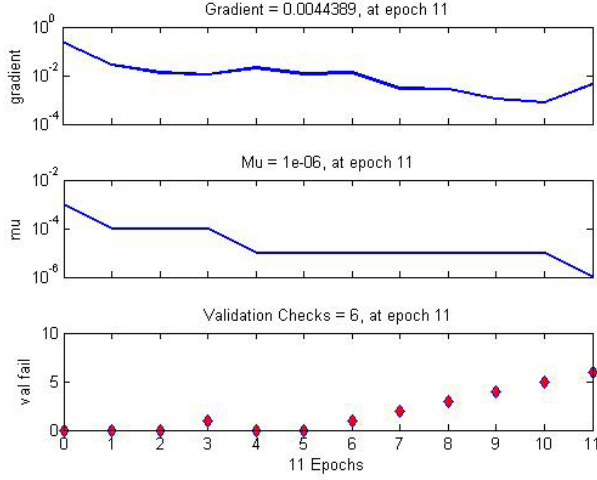
	Mean Squared Error (MSE)	R Değeri
Eğitim	7.02579e-4	9.40389e-1
Geçerlilik	7.84939e-3	8.10365e-1
Test	1.82443e-3	7.92454e-1

Şekil 2’de ağın eğitimini 11. iterasyonda tamamladığı ve en iyi geçerlilik performansının 5. iterasyonda sağlandığı görülmektedir.



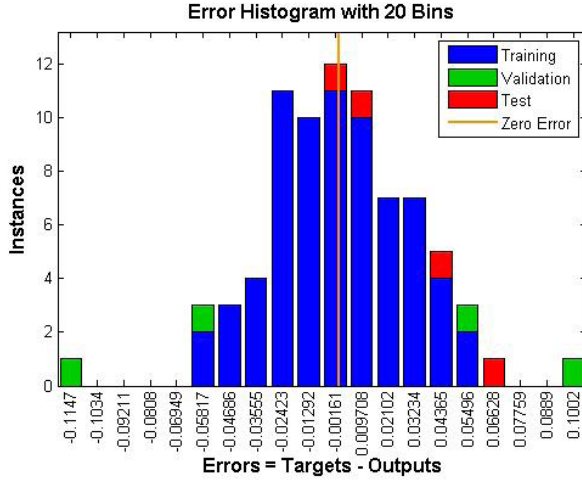
Şekil 2. Eğitim, Doğrulama ve Test Kümelerine İlişkin Hata Performansları

Gradient logaritmik ölçekte her iterasyon için bir geri yayılım değeridir. Buna göre Şekil 3’de görüldüğü üzere 0.0044389 değeri hedef fonksiyonunun yerel minimum alt noktasına ulaştığını göstermektedir.



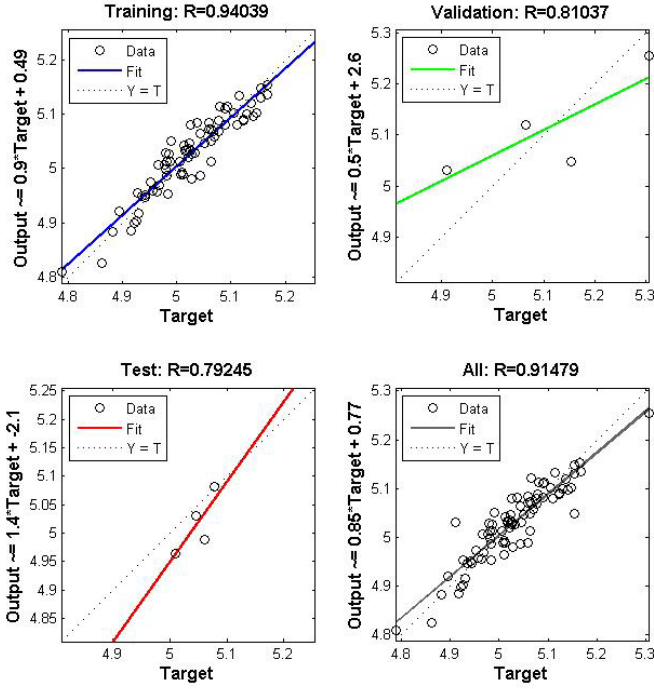
Şekil 3. Ağın Öğrenme Eğrileri

Şekil 4'de yer alan hata histogramına göre hataların çoğunluğunun -0.05817 ile 0.06628 aralığına düştüğü söylenebilir.



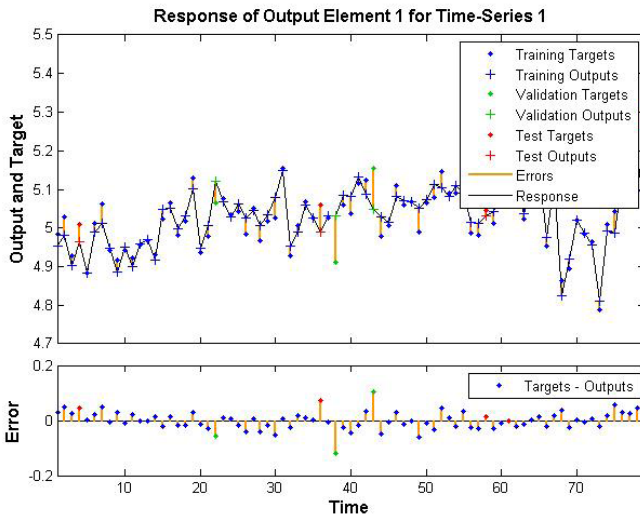
Şekil 4. Ağın Hata Histogramı

Şekil 5'de geleceğe yönelik tahmin yapılmadan önce eğitilen ağda eğitim, doğrulama ve test için ayrılan verilerin R değerleri görülmektedir. Grafiklerde R değerlerinin % 79 ve üzeri olduğu görülmektedir. Ağın öğrenme işlemi büyük bir başarı ile gerçekleşmiş ve model fit bir görünüm kazanmıştır.



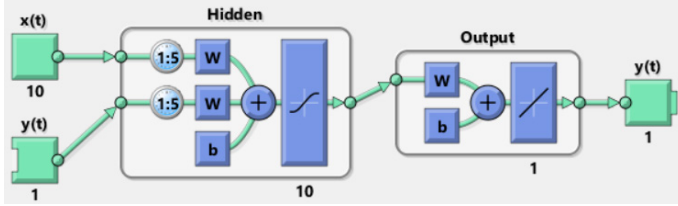
Şekil 5. Yapay Sinir Ağının Eğitim-Geçerlilik-Test-Bütün Sonuçlarının R Değerleri

Şekil 6’da Yapay sinir ağları performans grafiği yer almakta ve bu grafiğe göre hataların azlığı dikkat çekmektedir.

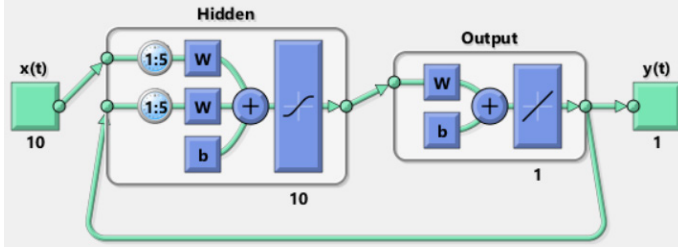


Şekil 6. Yapay Sinir Ağları Performans Grafiği

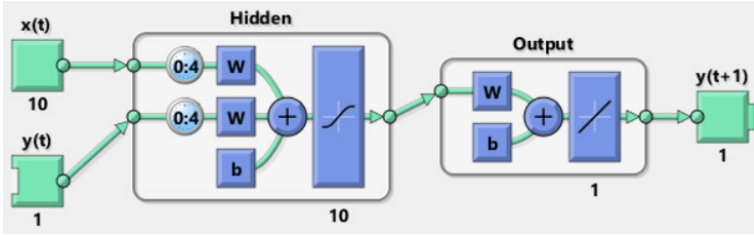
NARX ağının eğitimi tamamlandıktan sonra geleceğe yönelik öngörü gerçekleştirilmiştir. Buna göre Türkiye'nin 2013:01-2019:12 dönem verilerini kullanarak 2020-01 dönemine ait Türkiye'de konut satışının öngörüsünü gerçekleştirmek üzere tasarlanan NARX ağının öngörü yapıma aşamasında aldığı görünüm Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 7. Öngörü İçin Kullanılan NARX ağının İlk Hali



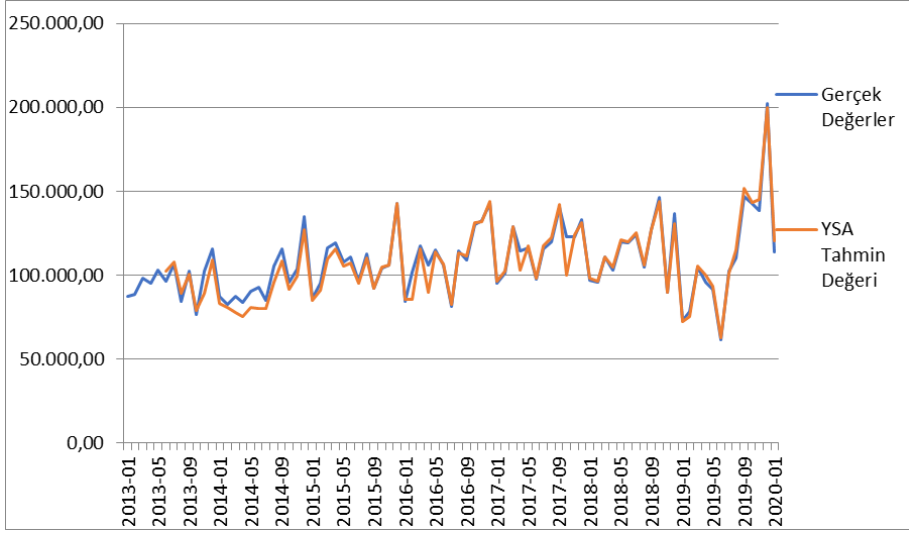
Şekil 8. Öngörü İçin Kullanılan NARX ağının İkinci Hali



Şekil 9. Öngörü İçin Kullanılan NARX ağının Son Hali

Şekil 10'da Türkiye'de konut satışının gerçek değerleri ve yapay sinir ağlarının ürettiği tahmin değerleri görülmektedir. NARX ağı gelecek tahmini yapmak üzere geçmiş değerleri kullandığı için ve gecikme sayısı 5 olarak alındığı için ilk beş değer tahmini yapılmamaktadır. Diğer değerlerin tahmin değerleri ile gerçek değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Bu modelde bir adım ilerisi olarak 2020:01 dönemine ait Türkiye'nin konut satış değerlerinin öngörüsü gerçekleştirilmiştir. Gerçekte Türkiye'nin 2020:01 dönemindeki konut satışı 113.615 adet iken yapay sinir ağlarının tahmin ettiği değer 120.527 adet olmuştur. Yapay sinir ağları yaptığı bu öngörü ile birlikte 2019:12 döneminden sonra konut satışlarında keskin bir düşüş olacağını öngörmüş ve güçlü bir sonuç üretmiştir.



Şekil 10. Türkiye’de Konut Satışının Gerçek Değerleri ve NARX Ağının Ürettiği Tahminler

Sonuç

Türkiye’de gayrimenkul sektöründe yapılan tahminlerin doğruluğu makroekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir. Özellikle konut satışının ileriye yönelik tahmininin doğru ve güvenilir bir şekilde yapılması piyasadaki arz ve talep dengesinin korunmasını sağlayacaktır.

Son yıllarda araştırmacıların güçlü istatistikî özelliklerinden dolayı tahmin ve öngörü çalışmalarında sıklıkla kullandığı yapay sinir ağları bu çalışmada Türkiye’nin konut satışı değerlerinin tahmin edilmesi ve bir adım ilerisinin öngörülmesi amacı ile bir model geliştirilmesini sağlamıştır. Çalışmada 2013:01- 2019:12 dönemlerini kapsayan toplamda 924 adet gözlemden oluşan veriler MATLAB R2013a programında analiz edilmiştir. Buna göre 924 adet gözlemden oluşan verinin en iyi sonucu verdiği için %90’ının eğitim verisi olarak seçilmesine, %5’inin geçerlilik ve %5’inin de test için rastgele ayrılmasına ve gecikme sayısının 5 olmasına karar verilmiştir. Gizli katman sayısı 10 olarak seçilmiştir. Ağ Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması (trainlm) ile eğitilmiştir. Yapay sinir ağlarının performansı ise MSE (Mean Squared Error) ile ölçülmüştür. Analiz için eğitilen NARX ağı ile öncelikle 2013:01-2019:12 dönemine ait Türkiye’nin konut satışı değerlerinin tahmini gerçekleştirilmiş ardından da 2020:01 dönemine ait öngöründe bulunulmuştur. Yapay sinir ağlarının analiz sonucunda ürettiği tahmin ve öngörü değerleri ile Türkiye’nin konut satışını oluşturan gerçek değerler karşılaştırıldığında ilgili değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu ve performans ölçütü olarak kullanılan MSE değerinin yeterince küçük olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar yapay sinir ağlarının Türkiye’nin konut satışının tahmininde ve öngörüsünde güçlü istatistikî sonuçlar üreterek başarılı olduğunu göstermiştir. Yapılan analiz sonuçlarının literatüre katkı sunması beklenmektedir.

birlikte çalışmanın bazı kısıtlılıkları olduğu unutulmamalıdır. Yapay sinir ağlarının Türkiye'nin konut satışı tahminlerini başarılı bir şekilde gerçekleştirdiği saptanmış olsa da çalışmaya geleneksel tahmin yöntemleri eklenerek model tahmin başarıları karşılaştırılabilir. Veri sayısı, sıklığı ve bağımsız değişken sayısı artırılarak analiz yeniden gerçekleştirilebilir. Böylece Türkiye'nin konut satışı tahminde istatistikî olarak en güçlü tahmini üreten model belirlenebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynakça/References

- Bakhary, N., Yahya, K., & Ng, C. N. (2004). Univariate Artificial Neural Network in Forecasting Demand of Low Cost House in Petaling Jaya. *Jurnal Teknologi*, 40(1), 1-16.
- Boussaada, Z., Curea, O., Remaci, A., Camblong, H., & Mrabet Bellaaj, N. (2018). A nonlinear autoregressive exogenous (NARX) neural network model for the prediction of the daily direct solar radiation. *Energies*, 11(3), 620.
- Chaudhuri, T. D., & Ghosh, I. (2016). Artificial Neural Network and Time Series Modeling Based Approach To Forecasting The Exchange Rate In A Multivariate Framework. *arXiv preprint arXiv:1607.02093*.
- Dahan, A. A. (2018). The Future of The Real Estate Industry of Dubai: The Demand for Real Estates. *Journal of Global Economic*.
- GOH, B. H. (1998). Forecasting Residential Construction Demand in Singapore: A Comparative Study of The Accuracy of Time Series, Regression and Artificial Neural Network Techniques. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Haykin, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*. (3rd Ed.). New York: Prentice Hall.
- Karaaslan, A., & Özden, K. Ö. (2016). Housing Demand in Turkey: Application of Grey Forecasting Model. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 7(2), 52.
- Khalafallah, A. (2008). Neural Network Based Model for Predicting Housing Market Performance. *Tsinghua Science and Technology*, 13(S1), 325-328.
- Lin, T., Horne, B. G., Tino, P., & Giles, C. L. (1996). Learning Long-Term Dependencies in NARX Recurrent Neural Networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 7(6), 1329-1338.
- Mathworks, 2018. Design Time Series NARX Feedback Neural Networks. https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/design-time-series-narx-feedback-neural-networks.html#responsive_offcanvas (Erişim Tarihi: 21.08.2020).
- Öztemel, E. (2006). Yapay Sinir Ağları. (2. Baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Temür, A. S., Akgün, M., & Temür, G. (2019). Predicting Housing Sales in Turkey Using ARIMA, LSTM and Hybrid Models. *Journal of Business Economics and Management*, 20(5), 920-938.
- Yavuz, E. (2018). Yapay Sinir Ağı Kullanarak Kontrol Alan Ağları İçin Çevrim İçi Mesaj Zamanlaması Optimizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

- Yıldız, B. (2009). *Finansal Analizde Yapay Zeka*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yılmaz, B. (2015). Akarçay Havzasında Çözünmüş Oksijen Değerlerinin Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi. Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Yurtoğlu, H. (2005). Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye örneği. DPT.
- Zainun, N. Y. (2011). *Computerized Model to Forecast Low-Cost Housing Demand in Urban Area in Malaysia Using Artificial Neural Networks (ANN)* (Doctoral dissertation, Loughborough University).
- <https://evds2.tcmb.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 01.03.2020).