

Please Cite As: Güner, Ş. N. (2021), "Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Konut Satışlarının İncelenmesi: Ankara İli Örneği", *Fiscaoeconomia*, 5(1), 359-371.

## Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Konut Satışlarının İncelenmesi: Ankara İli Örneği<sup>1</sup>

*Investigation of Housing Sales with Artificial Neural Networks Method: The Case of Ankara Province*

Şeyma Nur GÜNER<sup>2</sup>

### Abstract

Housing is one of the important sectors of Turkey economy. Housing is a heterogeneous commodity and basic shelter. There are various factors that affect housing industry and housing sales in the economy. The housing sales figures, exchange rate of dollar, consumer confidence index, industrial production index, construction production index are among the factors influencing housing industry and housing sales data. Ankara, the capital and the second largest city of Turkey, has different housing sales and housing prices. Artificial neural networks which were inspired by the functioning of the human brain have been used for taking decision and prediction. This study aims to predict housing sale prices of Ankara by taking into consideration such factors as exchange rate of dollar, rate of interest, consumer confidence index, industrial production index and construction confidence index of 82 months between 2013-2019 years (from 2013 January to 2019 November) with artificial neural network system. The dependent variable is housing sale data of previous years while the independent variables are exchange rate of dollar, rate of interest, consumer confidence index, industrial production index and construction confidence indexes. As a result of these predictions, the error mean square of the feedforward neural network is estimated at  $r^2=0,99$ . The error mean square of the Elman network is estimated at  $r^2=0,98$ . It is determined that housing sale data by the feedforward neural network provide a more accurate result than that of Elman network and the feedforward neural network is stated as more useful.

### Article History:

Date submitted:  
15.10.2020

Date accepted:  
08.12.2020

### Jel Codes:

C45, R31, R00

### Keywords:

ANN, Housing Sale,  
Ankara Province

<sup>1</sup> Bu makale çalışması Econder 2020 II. Uluslararası İktisat, İşletme ve Sosyal Bilimler Kongresinde sunulmuştur. (This article describes the study of Econder 2020 II. Presented at the International Congress of Economics, Business and Social Sciences.)

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İktisat ABD  
E-Posta: [seyma-gnr@hotmail.com](mailto:seyma-gnr@hotmail.com) ORCID: 0000-0002-3475-7226

## Öz

Konut Türkiye ekonomisinin önemli sektörlerinden biridir. Konut heterojen bir maldır ve en temel barınma aracıdır. Ekonomide konut sektörünü ve konut satış verilerini etkileyen bir dizi faktör vardır. Konut satış rakamları, aylar ve yıllar içinde dolar kuru, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat üretim endeksi konut sektörünü ve konut satış verilerini etkileyen faktörler arasındadır. Türkiye'nin başkenti ve ikinci büyük şehri olan Ankara'da konut satışları ve konut fiyatları farklılık göstermektedir. Günümüzde tahmin ve karar alma mekanizmalarında kullanılmakta olan yapay sinir ağları (YSA), insan beyni ilham alınarak geliştirilmiştir ve bilgiyi işleme teknolojisi olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada 2013-2019 yılları arasındaki 82 ayın (2013 Ocak- 2019 Kasım), dolar kuru, faiz oranı, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat güven endekslerinin alınarak Ankara'nın illere ve yıllara göre konut satış sayılarının YSA yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Modelin bağımlı değişkeni geçmiş yıllardaki konut satış verileri iken bağımsız değişkenleri dolar kuru, faiz oranı, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat güven endeksleridir. Bu tahminler sonucunda ileri beslemeli sinir ağının hata karesinin ortalaması toplamda  $r^2=0,99$  olarak elde edilmiş ve elman ağının hata karesinin ortalaması ise  $r^2=0,98$  olarak bulunmuştur. İleri beslemeli sinir ağının ürettiği verilerin konut satış verilerinin elman sinir ağı sonucuna göre daha yakın ve daha yüksek doğrulukla sonuç ürettiği görülmüş ve ileri beslemeli sinir ağının daha elverişli olduğu tespit edilmiştir.

*Anahtar Kelimeler: ANN, Konut Satışları, Ankara Şehri*

## 1. Giriş: Konut Sektörü

Barınma/ konut, güvenlik, sıcaklık veren ve dinlenecek bir yer sağlayan en önemli yaşam bileşenlerinden biridir (Henilane, 2016: 168). Yaşam tarzlarının bolluğuyla birlikte, insanların yerleşim ortamı tercihleri, talepleri, algıları ve değerlendirmeleri zaman geçtikçe çeşitlenmektedir. Buna göre, kentsel konut tercihlerinin bu çeşitliliğini ve konut ortamlarının çeşitlendirilmiş taleplerini, algılarını ve değerlendirmelerini açıklığa kavuşturmak gerekmektedir (Ge & Hokao, 2006, s. 165). Türkiye, Cumhuriyetin ilanından günümüze kadar sosyo-ekonomik dönüşüm içinde olan bir ülkedir. Konut üretiminin önemli bir kısmı özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Üst gelir grubuna yönelik lüks konut projeleri ve birçoğu TOKİ tarafından gerçekleştirilen orta ve alt gelir grubuna yönelik projeler konut piyasasında yaşanan canlanmanın ana kaynağıdır (Eşkinat & Tepecik, 2012, s. 31). 1980'lerden bu yana teknoloji, ekonomi ve sosyal birçok alanda yaşanan hızlı dönüşüm süreçleri, kentlerin fiziksel biçimlerinin yeniden şekillenmesine sebep olarak konut satışlarına yön vermiştir (Sat, Üçer, Varol, & Yenigül, 2017, s. 99). Konut piyasasını etkileyen ve konut satışlarına yön veren birçok ekonomik etken bulunmaktadır. Bu etkenler arasında döviz kuru, faiz oranı, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat güven endeksleri gösterilebilir.

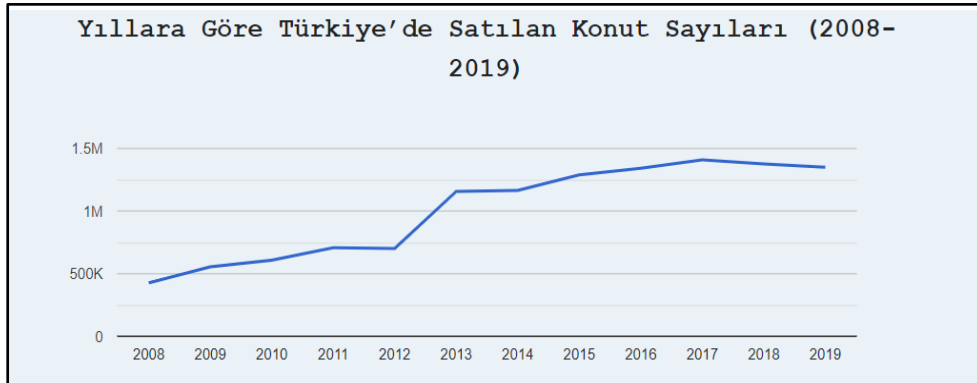
Bu çalışma kapsamında Ankara'nın illere (81 ile) ve yıllara göre konut satış sayılarının YSA yöntemi ile incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada, Ankara ilinin konut satış verilerini tahmin edebilmek için, ileri beslemeli ve elman yapay sinir ağlarının eğitim verileri kullanılmıştır. En uygun model için ağların hata kare ortalama değerleri karşılaştırılarak en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye ve Ankara'daki konut satışlarına, üçüncü bölümde ise literatür çalışmasına yer verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde YSA modeli tanıtılarak ileri beslemeli sinir ağı ve elman sinir ağı kavramları ele

alınmıştır. Sonraki bölümünde ise uygulamada elde edilen bulgulara yer verilmiş ve sonuç bölümüyle sonlandırılmıştır.

## 2. Türkiye'nin ve Ankara'nın Konut Satışı

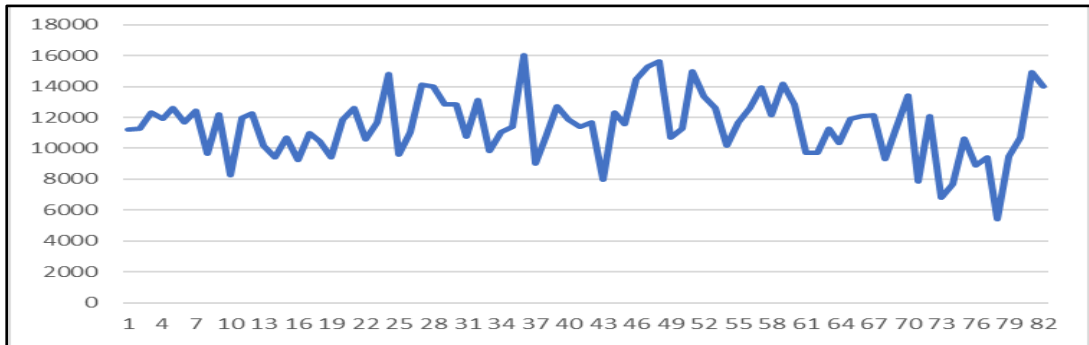
Türkiye'de genel konut politikalarından etkilenmenin yanı sıra tarihsel süreç içerisinde uygulanan planlar bağlamında gelişen konut alanları, Ankara'nın da konut piyasasını belirlemektedir. Ankara kentinde kentsel makro formun gelişim süreci, kentin özellikle başkent olmasıyla birlikte Cumhuriyet döneminde yaşadığı hızlı kentleşme sürecinin etkisiyle de şekillenmiştir (Uğurlar & Eceral, 2014, s. 141-143). Türkiye'de önemli sektörlerin başında gelen inşaat sektörü birden fazla fonksiyon barındırmaktadır. Bu durum konut fiyatlarına yansarak birbirinden farklı konut planı ve projesi meydana getirmektedir. Böylece konut sektörünün alt piyasalara ayrılması gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Ankara'da, farklı konut piyasalarının oluşmasının nedeni konut fiyatlarının çeşitli şekillerden birleşmesidir. Ankara'da ilçe bazında konutların sunum şekilleri ve fiyatlarının farklılığı belirgindir. Bünyesinde barındırdığı her bir ilçenin kendi içindeki mahallelerinde dahi çok farklı dinamiklerin ve alt piyasaların olduğundan bahsetmek olasıdır (Gökler, 2017, s. 306). Şekil 1'e baktığımız zaman yıllar içerisinde konut satışlarındaki değişimi görmekteyiz. Çalışmada ele aldığımız Ankara ilinin konut satış sayılarının 82 ay içindeki değişimi de şekil 2'de verilmektedir. Bu değişimler YSA modeli için kullandığımız bağımlı değişkenlerden biri olan konut sayısı hakkında bizlere bilgi vermektedir.

Şekil 1. Yıllara Göre Türkiye'de Satılan Konut Sayıları



Kaynak: TÜİK

Şekil 2. Ankara İline Ait Konut Satış Sayısı



Kaynak: TÜİK

### 3. Literatür Taraması

Yapay sinir ağları modelleri, konut alanında birçok çalışmada inceleme konusu olmuştur. Çalışmanın bu bölümünde, yapay sinir ağlarının konut sektörüne etkisine yönelik çeşitli araştırmalara yer verilmiştir. Çalışmaların genelinde YSA modellerinin konut fiyatlarını tahmin etmede iyi bir performans sunduğu görülmektedir.

Rossini (1998) Konut Değerlemesi İçin Yapay Sinir Ağı Modellerinin Sonuçlarının İyileştirilmesi adlı çalışmasında Regresyon veya YSA modellerini kullanarak Brighton'daki konutların tahmini 113.083 \$ olduğuna ulaşmıştır.

Khalafallah (2008) çalışmasında ABD emlak piyasası, konut satışlarının pazar performansını analiz ederek tahmin etmek için, model yeteneklerini göstermek adına bir uygulama örneği analiz etmiştir. Çalışmada, gayrimenkul yatırımcılarını ve ev geliştiricilerini desteklemek için yapay sinir ağı tabanlı modellerin geliştirilmesini sunup model testi ve validasyon öngörmedeki hatanın -%2 ile +%2 arasında olduğunu tespit etmiştir.

Uğur vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada tek katlı yığma konut yapılarının inşaat maliyetlerinin YSA kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda esas alınan kat planına sahip tek katlı yığma konutların maliyetlerinin tahmininde oluşturulan YSA modeli ile %5'lik hata oranı dâhilinde kabul edilebilir maliyet değerleri elde edilmiştir.

Mimis vd. (2013) çalışmalarında Atina'nın konut fiyat tahmini için YSA kullanmışlardır. 2000-2006 dönemi arasındaki 3150 daireyi içine alan çalışmalarında YSA daha iyi performans göstermiş ve 16,625 euroluk bir mutlak ortalama hataya ulaşmışlardır.

Demirel vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada Kayseri ili Kocasinan ve Talas Belediyelerinde gerçek saha verilerine dayanan bir uygulama gerçekleştirilmiş ve YSA'nın daire tipi konutların değerlemesinde oldukça başarılı sonuçlar elde ettiği gösterilmiştir. Bu kapsamdaki çalışma ile daire tipi konutların parametreleri (temel özellikleri) kullanılarak fiyat tahmininin otomatik yapılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır.

Abıdoye ve Chan (2017) çalışmalarında mülk değerlemesinde yapay bir sinir ağı (YSA) uygulamışlardır. Gayrimenkul satış işlemleri verileri (11 mülk özelliği ve değeri) Nijerya Lagos'ta faaliyet gösteren kayıtlı emlak firmalarından toplanmıştır. Mülkiyet nitelikleri üzerinde yapılan göreceli önem analiziyle hizmetkâr mahallelerinin sayısının, mülk değerlerini etkileyen en önemli özellik olduğu ortaya konulmuştur.

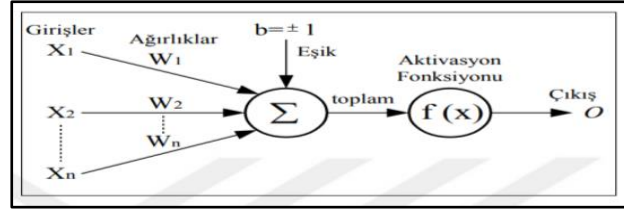
Yılmazel vd. (2018) çalışmalarında geliştirilen yapay sinir ağları modellerinde gizli katman nöron sayılarını farklılaştırılarak 19 adet model elde etmişlerdir. Yapay sinir ağlarının konut fiyatının tahmin edilmesinde etkili bir araç olduğu gösterilmiştir.

### 4. Yapay Sinir Ağları (YSA) Modeli

YSA modelleri, algoritmik bir alternatif olarak McCulloch ve Pitts (1943) tarafından geliştirilmiştir (Caridad, Rey, & Nunez, 2013, s. 33). Bilgiyi işleme teknolojisi olan yapay sinir ağları insan beyni ilham alınarak geliştirilmiştir. YSA ile biyolojik sinir sisteminin çalışma sistemi taklit edilmektedir. Benzetimi yapılan sinir hücreleri nöronlar içermektedir ve yapay sinir ağları nöronların çeşitli şekillerde birbirine

bağlanmasıyla oluşmaktadır. Yapay sinir ağları başlıca; sınıflandırma, modelleme ve tahmin uygulamaları olmak üzere, birden çok kullanım alanına sahiptir. Yapay sinir ağı hücresinde temel olarak; dış ortamdan ya da diğer sinir ağı hücrelerinden alınan girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkışlar bulunmaktadır. Genelde aktivasyon fonksiyonu doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Şekil 1'de görülen  $b$  bir sabittir, bias veya aktivasyon fonksiyonunun eşik değeri olarak adlandırılmaktadır (Soylu, 2016, s. 53).

Şekil 3. Temel Yapay Sinir Ağı Hücresi



Sinir ağları, karakterize edilen bir ortamda özellikle karmaşık, gürültülü, alakasız veya kısmi bilgilerle doğru çözümler bulmak için uygulanmaktadır. Finans ve ekonomi alanlarında birçok fiyat davranışının belleği vardır ve bu bellek geleneksel, doğrusal, istatistiksel yöntemler dışındaki tekniklerle daha doğru bir şekilde modellenenilmektedir. Ortaya çıkan bazı doğrusal olmayan yöntemlerde, özellikle sinir ağları giderek daha fazla uygulanmaktadır. Güçlü bir istatistiksel modelleme tekniği olarak ortaya çıkan YSA' lar hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için çekici bir alternatif araç sağlamaktadır (Huang , Lai, Nakamori, Wang, & Yu, 2007, s. 115).

#### 4.1 İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları ve Elman Ağı

Sosyal bilimlerde en fazla uygulanan ağ mimarisi, ileri beslemeli yapay sinir ağıdır. İleri beslemeli yapay sinir ağlarında; girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katman bulunmaktadır (Yurdakul, 2014, s. 124). İleri beslemeli bir ağda sinir hücreleri genellikle katmanlara ayrılmıştır. İşaretler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. İleri beslemeli ağlara örnek olarak çok katmanlı algıyıcı (Multi Layer Perceptron) ve öğrenme vektör kuantalama (Vector Quantization) ağları verilebilir. İleri beslemeli YSA'larda gecikmeler yoktur, işlem girişlerden çıkışlara doğru ilerler. Çıkış değerleri öğreticiden alınan-istenilen çıkış değeriyle karşılaştırılarak bir hata sinyali elde edilir ve ağ ağırlıkları güncellenir (Uysal A., 2014, s. 33). Elman ağı geri dönüşümlü ağlar içinde en yaygın kullanılan ağdır. Elman ağında hem herhangi bir zamandaki girdi değerleri hem de ara katmanların önceki aktivite değerleri ağa girdi olarak verilir. Böylece ağın girdileri belirlendikten sonra ağ artık ileri beslemeli birçok katmanlı algılayıcıya dönüşür. Bu girdiler kullanılarak ileri doğru ağın çıktıları belirlenir (Adıyaman, 2007: 44).

#### 5. Uygulama

Yapay sinir ağları ile yapılan uygulama çalışmasında Ankara ilinin illere (81 ile) ve yıllara göre konut satış sayılarının tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. İllere ve yıllara göre konut satış sayılarının tahmin edilmesi için yapay sinir ağlarına girdi değerleri olarak dolar kuru, faiz, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi inşaat güven endeksi ve Ankara ilinin konut satış verileri girilmektedir. Yapay sinir ağının eğitimi için 2013-2019 yılların arasındaki 82 ayın

verileri kullanılmıştır (TÜİK, 2019). Kullanılan veriler tablo 1’de verilmiştir. Eğitimde kullanılan verilerin ölçeklendirilmiş değerleri tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye’nin 2013-2019 Yılları Arası Dolar Kuru, Faiz, Tüketici Güven Endeksi, Sanayi Üretim Endeksi İnşaat Güven Endeksi Ve Ankara İlinin Konut Satış Sayısı

Yıllar	Dolar Kuru	Faiz	Tüketici Güven Endeksi	Sanayi Üretim Endeksi	İnşaat Güven Endeksi	Ankara	Yıllar	Dolar Kuru	Faiz	Tüketici Güven Endeksi	Sanayi Üretim Endeksi	Ankara İlinin Konut Satış Sayısı
2013-01	1,77	8,34	75,787	78,1	80,61	11215	2017-08	3,51	13,21	71,13	113,69	87,82
2013-02	1,77	8,08	76,66	77,04	85,54	11281	2017-09	3,48	13,37	68,71	110,56	80,44
2013-03	1,81	7,85	74,91	85,94	94,90	12291	2017-10	3,67	13,50	67,33	125,86	77,55
2013-04	1,79	7,76	75,62	87,07	92,61	11889	2017-11	3,89	13,53	65,16	124,95	75,45
2013-05	1,83	7,56	77,46	91,87	91,49	12638	2017-12	3,84	13,53	65,11	130,16	72,38
2013-06	1,89	7,53	76,23	91,21	87,85	11692	2018-01	3,77	13,62	72,33	109,16	84,62
2013-07	1,93	7,63	78,46	93,69	85,32	12428	2018-02	3,78	13,67	72,25	105,32	86,18
2013-08	1,96	7,86	77,17	77,58	83,41	9636	2018-03	3,89	13,70	71,30	120,65	85,01
2013-09	2,02	8,17	72,11	96,31	79,18	12206	2018-04	4,06	13,80	71,89	114,90	86,42
2013-10	1,99	8,45	75,53	87,73	78,27	8231	2018-05	4,44	13,91	69,87	121,08	83,19
2013-11	2,02	8,83	77,50	100,38	77,05	11981	2018-06	4,63	14,86	70,28	107,16	79,16
2013-12	2,06	9,21	74,97	100,92	73,3	12285	2018-07	4,77	15,19	73,06	120,85	78,98
2014-01	2,22	9,35	72,35	87,54	86,89	10141	2018-08	5,82	15,65	68,30	100,83	68,46
2014-02	2,21	9,63	69,23	83,362	83,82	9386	2018-09	6,35	16,77	59,31	114,79	53,21
2014-03	2,21	9,91	72,71	93,89	84,45	10693	2018-10	5,84	18,99	57,28	119,82	51,65
2014-04	2,12	10,20	78,47	92,89	86,72	9249	2018-11	5,36	21,34	59,59	116,20	49,02
2014-05	2,09	10,48	76,01	94,26	86,22	11004	2018-12	5,32	22,31	58,20	117,21	46,13
2014-06	2,12	10,38	73,70	95,71	84,26	10437	2019-01	5,37	23,24	58,48	101,08	53,98
2014-07	2,12	10,27	73,91	90,64	80,93	9426	2019-02	5,27	23,73	57,92	100,06	54,57
2014-08	2,16	10,12	73,23	89,34	82,21	11836	2019-03	5,46	23,77	59,48	115,19	59,33
2014-09	2,21	9,80	73,96	102,30	80,92	12615	2019-04	5,76	22,96	64,45	113,60	61,15
2014-10	2,25	9,51	70,33	92,38	74,84	10549	2019-05	6,05	22,23	55,50	121,11	54,87
2014-11	2,23	9,36	68,67	100,09	75,94	11695	2019-06	5,81	21,74	57,74	97,05	54,33
2014-12	2,29	9,25	67,74	108,50	73,48	14794	2019-07	5,67	21,42	56,72	120,4	55,12
2015-01	2,33	9,23	67,706	86,73	81,09	9570	2019-08	5,65	21,10	58,50	99,31	56,16
2015-02	2,46	9,25	68,06	84,18	87,52	11063	2019-09	5,71	20,15	55,13	119,78	58,44
2015-03	2,59	9,30	64,39	99,67	89,87	14105	2019-10	5,799	18,48	56,60	123,16	60,42
2015-04	2,65	9,35	65,35	99,25	88,78	14001	2017-08	3,51	13,21	71,13	113,69	87,82
2015-05	2,65	9,45	64,29	98,83	89,94	12816	2017-09	3,48	13,37	68,71	110,56	80,44
2015-06	2,70	9,62	66,44	104,50	88,70	12869	2017-10	3,67	13,50	67,33	125,86	77,55
2015-07	2,70	9,85	64,66	95,07	84,08	10722	2017-11	3,89	13,53	65,16	124,95	75,45
2015-08	2,85	10,17	62,35	101,57	82,09	13139	2017-12	3,84	13,53	65,11	130,16	72,38
2015-09	3,01	10,38	58,51	97,05	77,2	9810	2018-01	3,77	13,62	72,33	109,16	84,62
2015-10	2,93	10,46	62,78	108,68	73,16	11028	2018-02	3,78	13,67	72,25	105,32	86,18
2015-11	2,87	10,50	77,14	107,49	78,19	11368	2018-03	3,89	13,70	71,30	120,65	85,01
2015-12	2,92	10,72	73,57	116,92	76,12	16046	2018-04	4,06	13,80	71,89	114,90	86,42
2016-01	3,01	11,10	71,61	91,32	82,77	9012	2018-05	4,44	13,91	69,87	121,08	83,19
2016-02	2,94	11,51	66,63	95,80	85,89	10694	2018-06	4,63	14,86	70,28	107,16	79,16
2016-03	2,89	11,65	66,99	106,41	87,98	12730	2018-07	4,77	15,19	73,06	120,85	78,98
2016-04	2,83	11,63	68,46	102,69	88,85	11843	2018-08	5,82	15,65	68,30	100,83	68,46
2016-05	2,93	11,57	68,75	107,10	85,27	11408	2018-09	6,35	16,77	59,31	114,79	53,21
2016-06	2,91	11,43	69,42	107,37	84,48	11695	2018-10	5,84	18,99	57,28	119,82	51,65
2016-07	2,97	11,13	67,02	86,89	84,02	7955	2018-11	5,36	21,34	59,59	116,20	49,02
2016-08	2,96	10,91	74,44	105,48	79,25	12300	2018-12	5,32	22,31	58,20	117,21	46,13
2016-09	2,96	10,57	74,28	93,46	78,27	11564	2019-01	5,37	23,24	58,48	101,08	53,98
2016-10	3,07	10,21	74,03	113,01	73,93	14449	2019-02	5,27	23,73	57,92	100,06	54,57
2016-11	3,28	10,17	68,92	113,72	69,43	15302	2019-03	5,46	23,77	59,48	115,19	59,33
2016-12	3,49	10,33	63,38	117,57	67,20	15618	2019-04	5,76	22,96	64,45	113,60	61,15
2017-01	3,75	10,34	66,93	97,07	73,21	10686	2019-05	6,05	22,23	55,50	121,11	54,87
2017-02	3,67	10,42	65,72	96,24	79,05	11274	2019-06	5,81	21,74	57,74	97,05	54,33
2017-03	3,67	10,71	67,80	113,22	92,06	15004	2019-07	5,67	21,42	56,72	120,4	55,12



Güner, Ş. N. (2021), "Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Konut Satışlarının İncelenmesi: Ankara İli Örneği", *Fiscaeconomia*, 5(1), 359-371.

2017-04	3,65	11,12	71,28	110,16	93,37	13364	2019-08	5,65	21,10	58,50	99,31	56,16
2017-05	3,56	11,71	72,78	113,71	92,28	12631	2019-09	5,71	20,15	55,13	119,78	58,44
2017-06	3,52	12,39	70,00	105,10	90,43	10160	2019-10	5,799	18,48	56,60	123,16	60,42
2017-07	3,56	12,90	71,31	112,47	87,14	11669						

**Tablo 2.** Türkiye'nin 2013-2019 Yılları Arası Dolar Kuru, Faiz, Tüketici Güven Endeksi, Sanayi Üretim Endeksi İnşaat Güven Endeksi ve Ankara İlinin Konut Satış Verilerinin Ölçeklendirilmiş Değerleri

Ölçeklendirilmiş Giriş						Ölçeklendirilmiş Hedef	YSA Sonucu
Yıllar	Dolar kuru	Faiz	Tüketici güven endeksi	Sanayi üretim endeksi	İnşaat güven endeksi	Ankara	
2013-01	0	0,052495139	0,884815101	0,02321467	0,70685575	0,47835007	0,481426918
2013-02	0,001419524	0,035644848	0,922208589	0	0,808099903	0,48547673	0,535465926
2013-03	0,008691854	0,02073882	0,847295834	0,182301144	1	0,594536227	0,571409841
2013-04	0,006071195	0,014906027	0,877668912	0,205536841	0,952928245	0,551128388	0,554228385
2013-05	0,012841232	0,001944264	0,956558598	0,303851336	0,929961479	0,632005183	0,577804242
2013-06	0,028084735	0	0,90384888	0,290313335	0,855319489	0,529856387	0,504824958
2013-07	0,035575453	0,006480881	0,999730694	0,341000737	0,803439205	0,609329446	0,458393233
2013-08	0,04234549	0,021386909	0,944321649	0,01112711	0,764272666	0,307850124	0,330768484
2013-09	0,054531557	0,041477641	0,727368585	0,394607327	0,677532111	0,585357953	0,571039453
2013-10	0,048220135	0,059624109	0,874151997	0,218963871	0,658871614	0,156138646	0,17837915
2013-11	0,05577637	0,084251458	0,958323873	0,478127559	0,633854243	0,56106252	0,546020424
2013-12	0,064511902	0,108878808	0,84989233	0,489117067	0,556956589	0,593888349	0,688481629
2014-01	0,099563223	0,117952041	0,737861657	0,215043934	0,835729397	0,362379873	0,369290825
2014-02	0,096658659	0,136098509	0,604165706	0,129407988	0,772860303	0,280855199	0,287079799
2014-03	0,097794278	0,154244977	0,753062263	0,345101434	0,785673966	0,421984667	0,386940992
2014-04	0,078204848	0,173039533	1	0,324559757	0,832343091	0,26606198	0,27048379
2014-05	0,07034287	0,191186001	0,894453096	0,352660278	0,822098296	0,455566354	0,341096085
2014-06	0,076370387	0,18470512	0,795597527	0,382344838	0,781715649	0,394341864	0,397366044
2014-07	0,076807163	0,17757615	0,804416208	0,278563762	0,713478256	0,285174387	0,293343596
2014-08	0,08563005	0,167854828	0,775368178	0,251867996	0,739691884	0,545405464	0,302080501
2014-09	0,09646211	0,147116008	0,806659481	0,517342961	0,713385048	0,62952165	0,603996477
2014-10	0,106442455	0,128321452	0,651263185	0,31415295	0,588663759	0,40643559	0,388768647
2014-11	0,101921817	0,11860013	0,580036219	0,472111006	0,611193893	0,530180326	0,524985142
2014-12	0,114784888	0,11147116	0,540408289	0,6443009	0,56084581	0,864809416	0,854829896
2015-01	0,123520419	0,110174984	0,538598198	0,198394373	0,716750677	0,300723464	0,280602554
2015-02	0,151321249	0,11147116	0,55387213	0,146239272	0,848724992	0,461937156	0,219876081
2015-03	0,179515178	0,114711601	0,396627895	0,463475553	0,896827619	0,790411403	0,706784312
2015-04	0,192989736	0,117952041	0,43771259	0,454978292	0,874532397	0,779181514	0,669486641
2015-05	0,192138021	0,124432923	0,392242424	0,446259516	0,898216819	0,65122557	0,7111927
2015-06	0,204389605	0,135450421	0,484669862	0,562509105	0,872756581	0,656948494	0,659104917
2015-07	0,204324088	0,150356448	0,408240798	0,369347698	0,778169592	0,425116078	0,415276661
2015-08	0,23712601	0,171095269	0,309076023	0,502401431	0,737251321	0,686103013	0,666316191
2015-09	0,271303778	0,18470512	0,144960959	0,409941188	0,637589208	0,326638592	0,317108463
2015-10	0,253286744	0,189889825	0,327548945	0,648125458	0,554101713	0,458157866	0,453382946
2015-11	0,241319065	0,192482178	0,94308855	0,623640105	0,657320138	0,494870964	0,693417341
2015-12	0,251474121	0,206740117	0,790029804	0,816887726	0,614979427	1	0,961943587
2016-01	0,271500328	0,231367466	0,70619656	0,292572068	0,751219003	0,240470791	0,242247154
2016-02	0,256540729	0,25793908	0,492831047	0,384285711	0,815255168	0,422092647	0,420179258
2016-03	0,244529373	0,267012314	0,508150586	0,601473333	0,858163069	0,641939315	0,634681555
2016-04	0,233107665	0,265716137	0,571064277	0,525369244	0,875929701	0,546161322	0,544159566
2016-05	0,255012011	0,261827609	0,583392389	0,615807322	0,802521184	0,499190152	0,553104394
2016-06	0,250687923	0,252754375	0,612379346	0,621160492	0,786296715	0,530180326	0,528369528
2016-07	0,262808473	0,23331173	0,509446694	0,20182077	0,776952517	0,126336249	0,138121114
2016-08	0,26082114	0,219053791	0,827146423	0,582616864	0,679090253	0,595508044	0,593665438
2016-09	0,261345272	0,197018795	0,820493228	0,336433646	0,65905689	0,516034985	0,498115163
2016-10	0,285149596	0,368114064	0,809800965	0,736696727	0,569964738	0,827556419	0,822470174
2016-11	0,329744486	0,171095269	0,590802182	0,751252713	0,477698653	0,919663103	0,908080409
2016-12	0,377506006	0,181464679	0,353212297	0,830197638	0,432053748	0,953784688	0,940877325
2017-01	0,432911116	0,182112767	0,50550315	0,410184379	0,555158479	0,421228809	0,434350731
2017-02	0,414653855	0,187297472	0,453836691	0,393316225	0,674927015	0,484720872	0,485138182
2017-03	0,41548373	0,206092029	0,542872632	0,741002299	0,941789392	0,887485153	0,886244086
2017-04	0,411618257	0,232663642	0,691985691	0,67831202	0,968623043	0,710398445	0,704076228

2017-05	0,392705831	0,270900843	0,756204147	0,751030797	0,946207896	0,631249325	0,628127905
2017-06	0,382878358	0,314970836	0,636881947	0,574752258	0,908279978	0,364431487	0,614814325
2017-07	0,392072505	0,348023331	0,693121658	0,725784237	0,840955276	0,527372854	0,568210841
2017-08	0,38152435	0,368114064	0,685323969	0,750647777	0,854729238	0,631141345	0,628757197
2017-09	0,373203756	0,378483474	0,58166338	0,686657191	0,703517814	0,773134651	0,72322338
2017-10	0,416619349	0,38690862	0,522620811	1	0,644193692	0,577151496	0,818419159
2017-11	0,463463638	0,388852884	0,429501792	0,981274024	0,601215334	0,800669474	0,803209048
2017-12	0,453243066	0,388852884	0,427665336	1,088069135	0,53817631	0,656840514	0,659917916
2018-01	0,438305307	0,394685677	0,736707393	0,657943002	0,789118042	0,316920419	0,321065864
2018-02	0,440227124	0,397926118	0,733464498	0,579277892	0,821147654	0,313249109	0,311948301
2018-03	0,463703865	0,399870382	0,692942793	0,893274304	0,797214773	0,484180974	0,47959173
2018-04	0,50111378	0,406351264	0,718042982	0,77556354	0,826068331	0,385163589	0,384442846
2018-05	0,583293295	0,413480233	0,631451928	0,902045155	0,759907095	0,554367779	0,549802523
2018-06	0,626424984	0,475048607	0,648979036	0,616834621	0,677324522	0,571536551	0,573111715
2018-07	0,655317755	0,496435515	0,768319878	0,897421614	0,673458588	0,575963719	0,575024063
2018-08	0,884669142	0,52624757	0,56404072	0,487379472	0,457851597	0,270597128	0,526270513
2018-09	1	0,598833441	0,179146729	0,773236498	0,145175836	0,494870964	0,477511876
2018-10	0,890194366	0,742709008	0,091962834	0,87613521	0,11300861	0,717525105	0,721295513
2018-11	0,785389823	0,895009721	0,191061306	0,802054691	0,059220004	0,113270705	0,101800155
2018-12	0,775343962	0,957874271	0,131404403	0,822809929	0	0,573372206	0,534024399
2019-01	0,787202446	1,018146468	0,143338324	0,492427666	0,160858068	0	0,061045347
2019-02	0,765582005	1,049902787	0,119297795	0,471612841	0,172910316	0,097721628	0,128059982
2019-03	0,807010264	1,052495139	0,186271059	0,781444344	0,270677115	0,413994169	0,397247464
2019-04	0,87145665	1	0,399178557	0,748765441	0,307911258	0,225785552	0,040132997
2019-05	0,935728325	0,952689566	0,015883695	0,902675689	0,17914537	0,283878631	0,265014258
2019-06	0,882594453	0,920933247	0,111658561	0,409945606	0,168091645	-0,146312493	-0,093891036
2019-07	0,851823542	0,900194426	0,068086344	0,889872899	0,184219086	0,292193068	0,299630136
2019-08	0,847302905	0,879455606	0,144156827	0,456252539	0,205677766	0,423496383	0,460599037
2019-09	0,861257917	0,817887233	0	0,875322546	0,252371319	0,876903142	0,879632889
2019-10	0,87966805	0,709656513	0,062866224	0,944698501	0,292909089	0,776697981	0,826517397

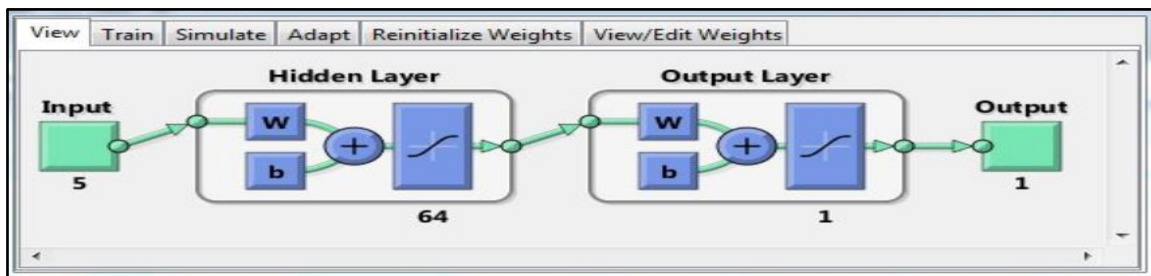
Yapay sinir ağında veriler [0,1] aralığında yer almaktadır. Yapay sinir ağına uygulamak için bütün veriler 0-1 aralığında ölçeklendirilmiştir. Ölçeklendirme işlemi için Eşitlik 1 kullanılırken, ölçeklendirilmiş verilerin orijinal hallerini hesaplamak için Eşitlik 2 kullanılmaktadır (Uysal,2017: 64).

$$X_{\text{ölçeklenmiş}} = \frac{X_n - X_{\text{minimum}}}{X_{\text{maksimum}} - X_{\text{minimum}}} \quad (1)$$

$$X_n = X_{\text{ölçeklenmiş}} * (X_{\text{maksimum}} - X_{\text{minimum}}) + X_{\text{minimum}} \quad (2)$$

Konut satış sayısının tahmini için oluşturulan ağ yapısı Şekil 4'te verilmektedir. Planlanıp oluşturulan yapay sinir ağının beş adet girişi bulunmaktadır. Bu beş girişe dolar kuru, faiz, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi, inşaat güven endeksi verileri uygulanmaktadır. Bu sinir ağı iki katmandan oluşmaktadır. Birinci katmanda 64 sinir hücresi, ikinci katmanda 1 sinir hücresi vardır. Çıkış verisi, konut satış sayısı olarak tayin edilmiştir.

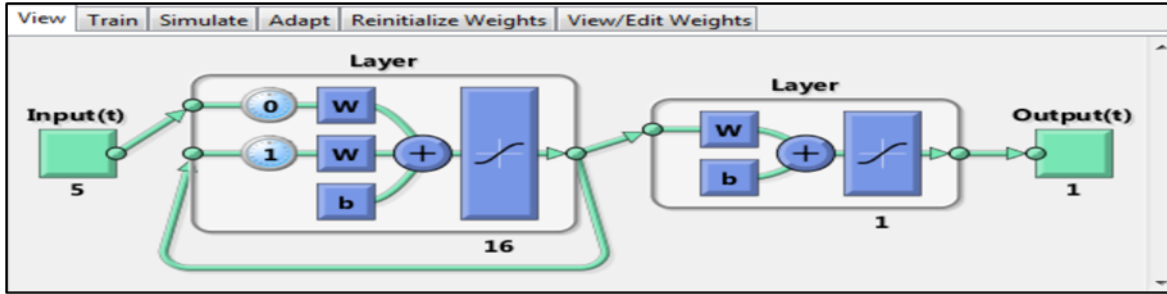
Şekil 4. Oluşturulan İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Yapısı





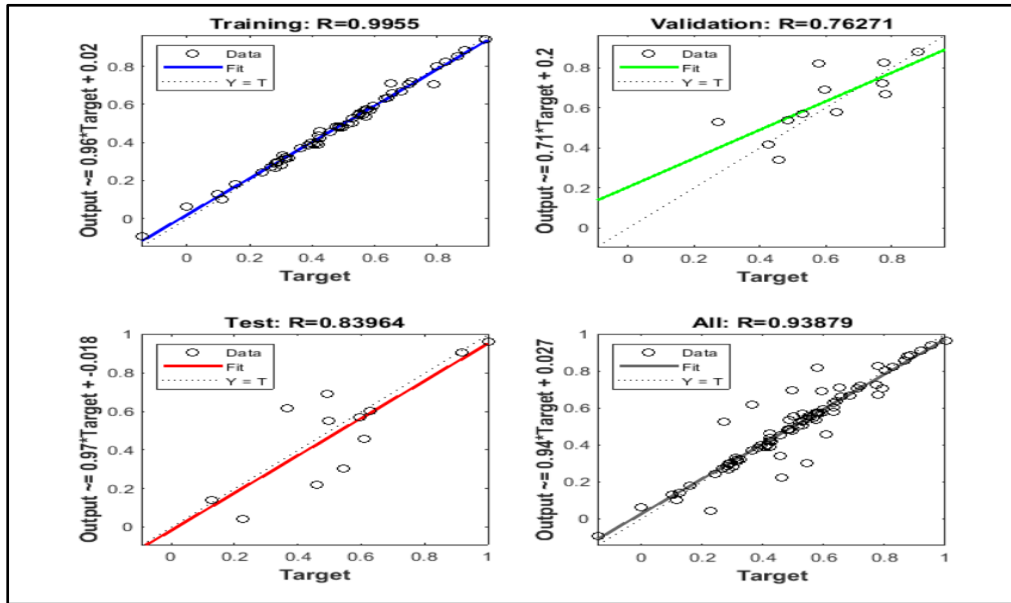
Ankara ilinin konut satış sayısının tespiti için Elman sinir ağının yapısı Şekil 5' de verilmektedir. Bu sinir ağının birinci katmanında 16 sinir hücresi, ikinci yani son katmanında 1 sinir hücresi vardır. Elman sinir ağının hata karesinin ortalaması toplamda  $r^2=0,9863$  değerine ulaşılmıştır.

Şekil 5. Oluşturulan Elman Yapay Sinir Ağının yapısı



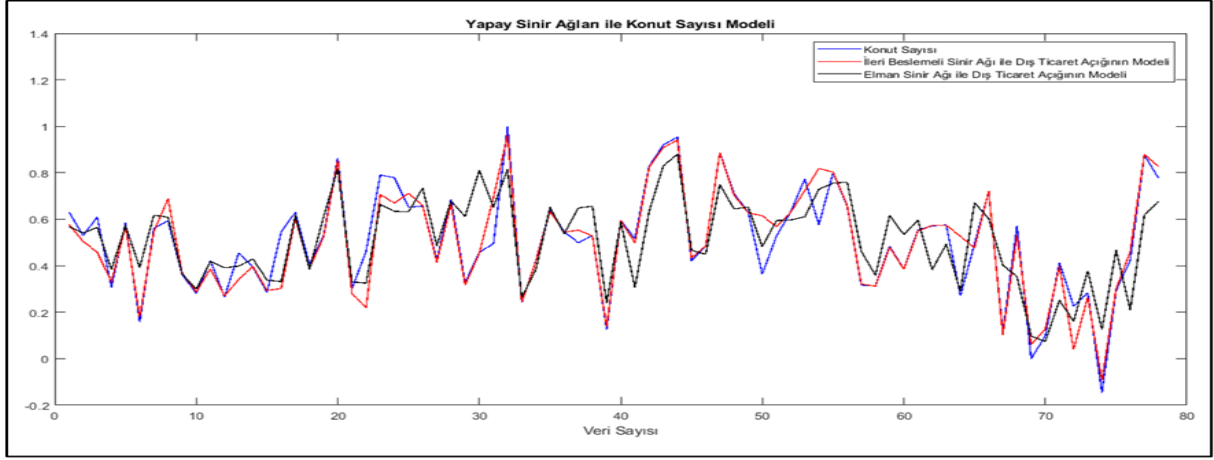
Eğitimi tamamlanan yapay sinir ağının performans grafikleri Şekil 6'da verilmektedir. Yapay sinir ağının performans değeri hata karelerinin ortalaması (Mean Square Error) ile hesaplanmaktadır (Uysal D. , 2017, s. 65). Matlab ortamında eğitim için kullanılan 82 aylık verilerden %66,6'sı eğitim verisi, %16,6'sı test verisi %16,6'sı da doğrulama verisi olarak uygulanmaktadır. Eğitimde kullanılan 82 aya ait verilerin performans değeri  $R= 0,99$  olarak elde edilirken test için kullanılan verilerin performans değeri  $R=0,839$  olarak tespit edilmiştir. Doğrulama için kullanılan verilerin performans değeri  $R=0,762$  olarak hesaplanırken bütün verilerin toplam performans değeri  $R=0,938$  olarak bulunmuştur.

Şekil 6. Eğitimi tamamlanan Yapay Sinir Ağının performans grafikleri



Tablo 3'teki Ankara'nın 2013-2019 Yılları Arası Konut Satış Sayısı Modelinde İleri Beslemeli Sinir Ağı ve Elman Sinir Ağı Tahmin Sonuçlarına ait veriler Şekil 7'te grafiksel olarak ifade edilmektedir.

Şekil 7. İleri Beslemeli ve Elman Sinir Ağının Performans Grafikleri



Tablo 3. Ankara'nın 2013-2019 Yılları Arası Konut Satış Sayısı Modelinde İleri Beslemeli Sinir Ağı ve Elman Sinir Ağı Tahmin Sonuçları

Yıllar	Ölçeklendirilmiş Hedef	YSA SONUCU	Elman Sinir Ağı Sonucu	Yıllar	Ölçeklendirilmiş Hedef	YSA SONUCU	Elman Sinir Ağı Sonucu
	Ankara			Ankara			
2013-01	0,47835007	0,481426918	0,3577	2016-07	0,126336249	0,138121114	0,23959
2013-02	0,48547673	0,535465926	0,4002	2016-08	0,595508044	0,593665438	0,58917
2013-03	0,594536227	0,571409841	0,50681	2016-09	0,516034985	0,498115163	0,30678
2013-04	0,551128388	0,554228385	0,50994	2016-10	0,827556419	0,822470174	0,63327
2013-05	0,632005183	0,577804242	0,56919	2016-11	0,919663103	0,908080409	0,82952
2013-06	0,529856387	0,504824958	0,54062	2016-12	0,953784688	0,940877325	0,87998
2013-07	0,609329446	0,458393233	0,56525	2017-01	0,421228809	0,434350731	0,46703
2013-08	0,307850124	0,330768484	0,38381	2017-02	0,484720872	0,485138182	0,44921
2013-09	0,585357953	0,571039453	0,5714	2017-03	0,887485153	0,886244086	0,74976
2013-10	0,156138646	0,17837915	0,39273	2017-04	0,710398445	0,704076228	0,64407
2013-11	0,56106252	0,546020424	0,61744	2017-05	0,631249325	0,628127905	0,65241
2013-12	0,593888349	0,688481629	0,6087	2017-06	0,364431487	0,614814325	0,48231
2014-01	0,362379873	0,369290825	0,36489	2017-07	0,527372854	0,568210841	0,59444
2014-02	0,280855199	0,287079799	0,29939	2017-08	0,631141345	0,628757197	0,59715
2014-03	0,421984667	0,386940992	0,41896	2017-09	0,773134651	0,72322338	0,61039
2014-04	0,26606198	0,27048379	0,39105	2017-10	0,577151496	0,818419159	0,72966
2014-05	0,455566354	0,341096085	0,39815	2017-11	0,800669474	0,803209048	0,75528
2014-06	0,394341864	0,397366044	0,42951	2017-12	0,656840514	0,659917916	0,75993
2014-07	0,285174387	0,293343596	0,33846	2018-01	0,316920419	0,321065864	0,46174
2014-08	0,545405464	0,302080501	0,33135	2018-02	0,313249109	0,311948301	0,35888
2014-09	0,62952165	0,603996477	0,6166	2018-03	0,484180974	0,47959173	0,61706
2014-10	0,40643559	0,388768647	0,38446	2018-04	0,385163589	0,384442846	0,53384
2014-11	0,530180326	0,524985142	0,61129	2018-05	0,554367779	0,549802523	0,5963
2014-12	0,864809416	0,854829896	0,81774	2018-06	0,571536551	0,573111715	0,38326
2015-01	0,300723464	0,280602554	0,33134	2018-07	0,575963719	0,575024063	0,4927
2015-02	0,461937156	0,219876081	0,32486	2018-08	0,270597128	0,526270513	0,29116
2015-03	0,790411403	0,706784312	0,66359	2018-09	0,494870964	0,477511876	0,6713
2015-04	0,779181514	0,669486641	0,63416	2018-10	0,717525105	0,721295513	0,6028
2015-05	0,65122557	0,7111927	0,63227	2018-11	0,113270705	0,101800155	0,40208
2015-06	0,656948494	0,659104917	0,73426	2018-12	0,573372206	0,534024399	0,35349

2015-07	0,425116078	0,415276661	0,48631	2019-01	0	0,061045347	0,097364
2015-08	0,686103013	0,666316191	0,6789	2019-02	0,097721628	0,128059982	0,073796
2015-09	0,326638592	0,317108463	0,6114	2019-03	0,413994169	0,397247464	0,252
2015-10	0,458157866	0,453382946	0,81085	2019-04	0,225785552	0,040132997	0,16086
2015-11	0,494870964	0,693417341	0,65248	2019-05	0,283878631	0,265014258	0,3786
2015-12	1	0,961943587	0,81528	2019-06	-0,146312493	-0,093891036	0,12486
2016-01	0,240470791	0,242247154	0,26357	2019-07	0,292193068	0,299630136	0,46689
2016-02	0,422092647	0,420179258	0,38379	2019-08	0,423496383	0,460599037	0,21066
2016-03	0,641939315	0,634681555	0,65193	2019-09	0,876903142	0,879632889	0,61819
2016-04	0,546161322	0,544159566	0,53821	2019-10	0,776697981	0,826517397	0,67653
2016-05	0,499190152	0,553104394	0,64885				
2016-06	0,530180326	0,528369528	0,65619				

2013-2019 yılları arasındaki 82 aydan oluşturulan Ankara konut satış verilerinin İleri Beslemeli ve Elman Sinir Ağı ile yapılan modellerinin sonuçları Tablo 3'te verilmektedir. İleri beslemeli ve Elman sinir ağı sonuçları karşılaştırıldığında; 2013-2019 yılları arasında elde edilen verilerle çalışma sonucunda İleri Beslemeli sinir ağının ürettiği verilerin, Elman sinir ağının ulaştığı verilere göre konut satış verilerine daha yakın olduğu görülmektedir.

## 6. Sonuç

Heterojen bir mal olan konut en temel barınma aracıdır. Ekonomide, konut satış verilerini etkileyen bir dizi faktör vardır. Türkiye'nin ikinci büyük şehri olan Ankara'nın nüfusunu karşılamak için konutlar önem arz etmektedir. Ankara'da konut satışları ve konut fiyatları alanlara göre farklılık göstermektedir. Çalışmada 2013-2019 yılları arasındaki 82 ayın (2013 Ocak- 2019 Kasım); dolar kuru, faiz oranı, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat güven endeksleri kullanılarak Ankara'nın konut satış verilerinin YSA yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Faiz oranları yükseldiğinde, ipotek borç verenler genellikle değişken ipotek ödemelerinin maliyetini artırır. Bu yüksek faiz oranları, ev alımlarını daha az çekici kılmaktadır. Modelde bağımlı değişkenimiz geçmiş yıllardaki konut satış verileri iken bağımsız değişkenlerimiz; dolar kuru, faiz oranı, tüketici güven endeksi, sanayi üretim endeksi ve inşaat güven endeksleri olmuştur.

Bu çalışma ile literatürde Ankara ilindeki konut satışlarında etkili olan parametrelerin yapay sinir ağları ile incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Ankara'nın konut satış verilerini tahmin edebilmek için, İleri beslemeli ve Elman yapay sinir ağlarının eğitim verileri kullanılmıştır. Bu tahminler ışığında İleri beslemeli sinir ağının hata karesinin ortalaması toplamda  $r^2=0,9955$  olarak elde edilirken, Elman sinir ağının hata karesinin ortalaması toplamda  $r^2 = 0,9863$  olarak bulunmuştur. Analiz sonucunda İleri beslemeli sinir ağının ürettiği verilerin konut satış verilerinin, Elman sinir ağı sonucuna göre daha yüksek doğrulukla sonuç ürettiği görülmüştür. Bunun sonucunda İleri beslemeli sinir ağının kullanılması elverişli bulunmuştur. İncelenen literatür çalışmalarında; YSA modellerinin konut fiyatlarını tahmin etmede iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Yapılan modellemede konut satışlarının tahmin edilmesi sürecinde YSA yaklaşımı, diğer satış tahmini yöntemleri ile kullanılabilir. Gelecekteki araştırmalarda daha farklı sayıda ve türde değişkenler kullanılarak Ankara'nın illere ve yıllara göre konut satış sayılarının tahmin çalışmaları yapılabilir.

## Kaynakça

- Abidoye, B., R., & Chan, P., A. (2017). Modeling property values in Nigeria using artificial neural network. *Journal of Property Research* 34 (1). pp. 36-53.
- Adıyaman, F. (2007). Talep Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Caridad, j., Rey, F. J., & Nunez, J. M. (2013). Artificial neural networks for predicting real estate prices. [https://www.researchgate.net/publication/282158904\\_Artificial\\_neural\\_networks\\_for\\_predicting\\_real\\_estate\\_prices](https://www.researchgate.net/publication/282158904_Artificial_neural_networks_for_predicting_real_estate_prices) 15(1) p.29-44.
- Demirel, B. S., Reyhan, O., Atasever, H.Ü., & Kesikoğlu, M., H. (2016). Daire Tipi Konutların Değerlemesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana s.97-104.
- Eşkinat , R., & Tepecik, F. (2012). İnşaat Sektörüne Küresel Bir Bakış. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi 14 (1):25-41.
- Ge, J., & Hokao, K. (2006, October). Research on residential lifestyles in Japanese cities from the viewpoints of residential preference, residential choice and residential satisfaction. *Landscape and Urban Planning*.
- Gökler, L. A. (2017). Ankara'da Konut Fiyatları Farklılaşmasının Hedonik Analiz Yardımıyla İncelenmesi. *Megoran* 12(2): 304-3015.
- Henilane, I. (2016). Housing Concept and Analysis of Housing Classification. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management* 4(1):168-179.
- Huang, W., Lai, K. K., Nakamori, Y., Wang, Y., & Yu, L. (2007). Neural Networks In Finance And Economics. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 6 (1):113-140.
- Khallafallah, A. (2008). Neural Network-Based Model for Predicting Housing Market Performance *Singhua Science And Technology* 13(1): 325-328.
- Mimis, A., Rovolis, A. and Stamou, M. 2013. Property Valuation with Artificial Neural Network: The Case of Athens. *Journal of Property Research*. 30 (2): 128-143.
- Rossini, P. (1998). Improving the Results of Artificial Neural Network Models for Residential Valuation . Fourth Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference Perth, Western Australia, 19-21 January 1998.
- Sat, A. C., Üçer, A. G., Varol, Ç., & Yenigül, S. B. (2017). Sürdürülebilir Kentler İçin Çok Merkezli Gelişme: Ankara Metropolitan Kenti İçin Bir Değerlendirme. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), s. 98-107.
- Soylu, E. (2016). Bataryaların Kondisyonlarını İzleyerek Yapay Sinir Ağları ile Batarya Türü ve Şarj Durumu Tahmini. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü/Bilgisayar Mühendisliği *Doktora Tezi* . Karabük.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2019) <https://tuikweb.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> 12.02.2020.



Güner, Ş. N. (2021), "Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Konut Satışlarının İncelenmesi: Ankara İli Örneği", *Fiscaoeconomia*, 5(1), 359-371.

- Uğur, O. L., Baykan, N. U., & Korkmaz, S. (2011). Yığma Konutların Maliyet Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Kullanılması TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 6. İnşaat Yönetimi Kongresi, 25-26-27 Kasım 2011. Bursa.
- Uğurlar, A., & Eceral, T. Ö. (2014, Nisan). Ankara'da Mevcut Konut (Mülk ve Kiralık) Piyasasına İlişkin Bir Değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi 48/2012-03 kodlu Bilimsel Araştırma Projesi*. İdealkent.
- Uysal, A. (2014). Yapay Sinir Ağları Kullanarak Anahtarlamalı Relüktans Motorlarda Hata Tespit ve Teşhisi. *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi*. Karabük.
- Uysal, D. (2017). Sosyal Bilimler de Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bir Uygulama. *Yüksek Lisans*. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı Karabük.
- Yılmazel, Ö., Afşar, A.& Yılmazel, S. (2018) Konut Fiyat Tahmininde Yapay Sinir Ağları Yönteminin Kullanılması. *UIİİD-IJEAS*, 2018 (20):285-300 ISSN 1307-9832
- Yurdakul, E. M. (2014). Türkiye'de İthalatın Gelişimi ve İthalatın Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilebilirliğine Yönelik Bir Analiz. *Doktora Tezi*. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.