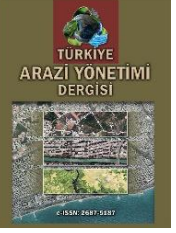




# Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tayod>

e-ISSN: 2687-5187



## Yapay Sinir Ağları Metodu ile Konut Özellikleri Yeniden Sayısallaştırılarak Rayiç Değerinin Tahmin Edilmesi: Keçiören/Ankara Örneği

Orhan DOĞAN<sup>\*1</sup>, Nassirou BANDE<sup>1</sup>, Yunus GENÇ<sup>1</sup>, Furkan KOÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 71451, Yahşihan/Kırıkkale

<sup>2</sup>ODTÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06800, Çankaya/Ankara

### Anahtar Kelimeler:

Yapay Sinir Ağları (YSA)  
Konut Değerleme  
Rayiç Değer  
Sayısallaştırma

### ÖZ

Bir yatırım aracı olan konutların satışında, değerlemenin yüzlerce parametreye bağlı olması ve fiyatının belirlenmesinde kesin bir formülünün bulunmaması nedeniyle objektif bir değerlendirme yapılamamaktadır. Konutlara ait çok fazla parametreyi dikkate alarak tahmini rayiç fiyatın belirlenmesinde, teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapay zekâ yöntemlerinden biri olan yapay sinir ağlarının (YSA) kullanımı cazip bir öneri olarak gözükmemektedir. Bu çalışma ile Ankara'nın Keçiören ilçesinin farklı mahallelerinde, bir e-ticaret sitesinde ilan edilmiş toplam 149 adet satılık konutun rayiç değerinin belirlenmesinde etkili olan 11 adet parametre ile YSA modelleri oluşturularak yapılmış olan mevcut bir çalışmadaki sayısallaştırma değerleri yeniden düzenlenmiş, farklı YSA modelleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak, konut rayiç fiyatlarının belirlenmesinde, ortalama hatanın karesi (MSE) 0.000432, regresyon (R) %95.10 ve doğruluk oranı %93.02 ile seçilen bu YSA mimarisinin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

## Estimation of Fair Value by Re-digitizing Housing Properties with Artificial Neural Networks Method: The Case of Kecioren/Ankara

### Keywords:

Artificial Neural Networks (ANN)  
Housing Valuation  
Fair Value  
Digitization

### ABSTRACT

In the sale of houses, which is an investment instrument, an objective valuation cannot be made due to the fact that the valuation depends on hundreds of parameters and there is no exact formula for determining the price. The use of artificial neural networks (ANN), which is one of the artificial intelligence methods with the development of technology, seems to be an attractive suggestion in determining the estimated fair price by considering too many parameters of the houses. In this study, the quantification values in an existing study were rearranged and different ANN models were created by creating ANN models with 11 parameters that are effective in determining the fair value of a total of 149 houses for sale advertised on an e-commerce website in different neighborhoods of Keçiören district of Ankara. As a result, it has been seen that with the mean square error (MSE) 0.000432, the regression (R) %95.10 and the accuracy rate %93.02, this chosen ANN architecture gave successful results in determining the fair values of the houses.

### \*Sorumlu Yazar

(odogan67@hotmail.com) ORCID ID 0000-0002-4942-1725  
(bandenassirou@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-8686-6782  
(yunusgenc71@yandex.com) ORCID ID 0000-0002-1163-0724  
(furkan.koc@outlook.com) ORCID ID 0000-0002-7976-8420

Araştırma Makalesi; DOI: 10.51765/tayod.1219413

Geliş Tarihi: 15/12/2022; Kabul Tarihi: 01/05/2023

**Kaynak Göster (APA):** Doğan, O., Bande, N., Genç, Y. & Koç, F. (2023). Yapay Sinir Ağları Metodu ile Konut Özellikleri Yeniden Sayısallaştırılarak Rayiç Değerinin Tahmin Edilmesi: Keçiören/Ankara Örneği, *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 5(1), 09-19.

## 1. GİRİŞ

Nüfusun ve kentleşmenin artmasına ve hane halkı sayısının azalmasına bağlı olarak arsa ve konut ihtiyaçlarının artışı, ekonomik istikrarsızlıklar ve vergilerin düşüklüğü gayrimenkulleri her zaman kişi ve kuruluşların tasarruflarını değerlendirdikleri güvenli bir yatırım aracı yapmıştır (Erdoğan, 2012). Bu gayrimenkullerin en önemlilerinden biri de, insanların barınma gibi temel ihtiyacını giderdiği konutlardır. Son yıllardaki inşaat ve konut sektöründeki hızlı gelişim toplumun büyük bir kısmını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Bu kadar öneme sahip olan ve bir ekonomik yatırım olarak değerlendirilen konutların pazarlama aşamasında fiyatının gerçekçi tahmin edilmesi önem arz etmektedir.

Konut fiyatını etkileyen çok fazla parametrenin bulunması, konutun konumuna göre bu parametrelerin değişiklik göstermesi ve eşdeğer bir taşınmazın bulunamaması, konutların objektif değerlemesinin yapılabilmesini ve değerlendirme sonucunda ortaya çıkan fiyatın herkesçe inandırıcılığının sağlanmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Konutların değerlendirilmesi aşamasında bütün uzmanlarca kabul edilen ve kullanılan kesin bir formül bulunmadığı için, objektif bir değerlemeden bahsedilmesi mümkün değildir (Nas, 2011).

Uluslararası Değerleme Standartları kapsamında gayrimenkullerin değerlendirilmesinde emsal karşılaştırma, gelir indirgeme ve maliyet yaklaşımı gibi başlıca geleneksel yöntemler kullanılmaktadır (SPK, 2006). Gelir indirgeme ve maliyet yaklaşımı yöntemleri ile yapılacak değerlemelerin gerçeğe yakın sonuçlar vermemesi halinde, yapay zekâ ile emsal karşılaştırma yöntemi tercih edilmektedir. Özellikle, son yıllardaki gayrimenkul değerlendirme işlemlerinde hızlı çalışması, tanımlama kolaylığı ve az bilgi ile çalışabilme özelliklerine sahip olması nedenleriyle yapay sinir ağlarının (YSA) kullanımı cazip hale gelmiştir (Elmas, 2007; Öztemel, 2003). YSA'nın konut fiyatı tahmin başarısının regresyon analizinden oldukça iyi olduğu görülmüştür (Mora-Esperanza, 2004; Wilkowski & Budzyński, 2006; Özkan vd., 2007). Ayrıca konut değerlendirme analizlerinde, yeterli veri varsa YSA'nın ve diğer yapay zeka yöntemlerinden biri olan bulanık mantığın elverişli sonuçlar verdiği görülmüştür (Zurada vd., 2006).

Konutların farklı parametrelerine ve yapılan sayısallaştırma işlemlerine göre konut rayiç fiyatlarının YSA ile tahmin edilmesi üzerine literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Worzala vd. (1995), Colorado eyaletinde 288 adet konut verisi ve 7 adet bağımsız değişken kullanmışlardır. Banyo sayısını, parsel büyüklüğünü, temel alanını, toplam alanı ve araç sayısı cinsinden garaj büyüklüğünü nümerik değer olarak dikkate almışlar, ancak şehrin güneydoğu tarafında bulunması ve çiftlik tarzında olması durumunda 1, değilse 0 değeri vererek sayısallaştırma işlemi yapmışlardır. Yapılan YSA modelinde konutların değerlendirilmesinde %82 doğruluk oranına ulaşmışlardır. Buna benzer şekilde Rossini (1997) 334 veri seti ile yaptığı çalışmada 12 adet bağımsız değişken (satış tarihi, arsa alanı, oda sayısı, bulunduğu bölge, eşdeğer bina alanı, binanın kalitesi, duvar tipi, çatı tipi, yapı tarzı,

inşa yılı vb.) kullanmış, YSA ile %81, çoklu regresyon analizi ile %89 doğruluk oranına erişmiştir.

Selim (2009), 2004 hane halkı bütçe anketi verilerinden 5741 adet veri ve 46 değişken kullanarak YSA ile hedonik regresyon yöntemini karşılaştırarak konut fiyatı tahminlemesi yapmıştır. Ecer (2014) ise çalışmada, İzmir ili, Karşıyaka ilçesinde satılmış olan 610 adet konut verisini ve 83 adet değişkeni kullanmıştır. Konutun satış fiyatını, büyüklüğünü, oda sayısını (salon sayısı da dâhil olmak üzere), yaşını ve kaçınıcı katta bulunduğunu nümerik değer olarak dikkate alırken diğer 79 adet kukla değişkeni (asansör, anayol, bahçeli, vb.) ise konutta belirtilen özelliğe sahipse 1, değilse 0 değerini alarak sayısallaştırma işlemi yapmıştır. Konut fiyatının tahmin edilmesinde YSA modelinin hedonik regresyon modelinden daha başarılı olduğunu belirlemiştir.

Saraç (2012), YSA yöntemiyle İstanbul ilinde yaptığı konut fiyat tahmini çalışmada, 400 adet değerlendirme raporu verisi ve 12 adet değişken kullanmıştır. Dairenin alanını, zemin kotuna göre bulunduğu katını, oda sayısını (salon sayısı da dâhil olmak üzere) ve bina yaşını nümerik değer olarak dikkate almıştır. Fakat, otopark, asansör, site, havuz, deniz manzarası için belirtilen özelliğe sahipse 2, değilse 1 değerini alarak sayısallaştırma işlemi yapmıştır. Ayrıca, A sınıfı rezidans hizmetlerinden faydalanma durumuna göre 1 ile 3 arasında, ulaşım imkanlarına göre 1 ile 4 arasında, konutun bulunduğu bölgenin gelir seviyesine göre 1 ile 5 arasında sayısallaştırma işlemi yapmıştır. YSA modelinde konutların değerlendirilmesinde yaklaşık %94 korelasyon ve %87 doğruluk ile başarılı sonuçlar elde etmiştir.

Abidoye & Chan (2017) Nijerya'nın en büyük şehri olan Lagos'da yaptığı konut fiyat tahmini çalışmada, emlakçılardan temin ettikleri 370 adet veriyi ve 11 adet bağımsız değişkeni kullanarak belirledikleri YSA modelinin, değerlendirme uzmanları tarafından kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Yılmaz vd. (2018), Eskişehir ilinin merkez ilçeleri için internette satış ilanı bulunan 5556 adet veriyi ve 12 adet bağımsız değişkeni kullanarak, YSA yöntemiyle konut fiyat tahmini yapmışlardır. Konutun büyüklüğü, oda sayısı, banyo sayısı, konutun bulunduğu binadaki toplam kat sayısı ve en yakın tramvay durağına uzaklık değişkenlerine nümerik değer verirlerken, konutun birinci katta bulunması, asansör, otopark, ankastre mutfak, merkezi ısıtma, ebeveyn banyosu ve fiber internet için belirtilen özelliğe sahipse 1, değilse 0 vererek sayısallaştırma yapmışlardır. Konutun fiyatı ve konutun büyüklüğü değerleri değişkenler arasında büyük farklılık gösterdiğinden, bu değerlerin öğrenme algoritmasına tek başlarına hâkim olmalarını önlemek için logaritmik dönüşüm kullanmışlardır. Korelasyon katsayısı 0.9219, ortalama karesel hata karekökü (RMSE) 0.1920 ve ortalama mutlak hata (MAE) 0.1441 ile YSA'nın konutların rayiç değerinin tespitinde etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Tabanoğlu (2019), Düzce ilinde gayrimenkul değerlendirme uzmanı tarafından yapılan 150 adet konut verisini ve 22 adet değişkeni kullanarak konut fiyat tahmini çalışması yapmıştır. YSA ile regresyon analizi yöntemini karşılaştırmıştır. Konutun yasal brüt alanı, yaşı ve konutların içinde buldukları binanın toplam

kat sayısı ile bodrum kat sayısı değişkenlerini nümerik olarak dikkate almıştır. Yapı kalitesi ve iç malzeme özellikleri değişkenleri çok kötü, kötü, orta, iyi, lüks özellikleri için 1 ile 5 arasında, güvenlik, site, asansör ve sığınak değişkenleri için 1 ve 0, otopark değişkeni için 0 ile 2 arasında değerler vererek sayısallaştırma işlemi yapmıştır. Cephe değişkeni için sırasıyla kuzey için 1, kuzeydoğu ve kuzeybatı için 2, batı ve doğu için 4, güneydoğu güneybatı için 6, güney için 8 vererek sayısallaştırmıştır. Mahalle değişkeninde ise en az tercih edilen mahalleden en çok tercih edilen mahalleye kadar 0 ile 5 arasında puanlama yapmıştır. Tüm değişkenlere ait minimum değerler 0, maksimum değerler 1'e karşılık gelecek şekilde ölçeklendirmiştir. Sonuçta, %3.58 hata oranı ile YSA'nın regresyon analizine göre daha uygulanabilir olduğunu belirlemiştir.

Ulvi & Özkan (2019), Konya'nın Selçuklu ilçesine bağlı Yazır Mahallesinde 200 adet veriyi ve 8 adet bağımsız değişkeni kullanarak konut fiyat tahmini yapmışlardır. YSA ile bulanık mantık yöntemini karşılaştırmışlardır. Giriş değişkenleri olarak bina yaşı, kat sayısı, bulunduğu kat, cephesi, oda sayısı, daire alanı, ısınma türü ve sosyal tesise olan uzaklığı dikkate alırlarken çıktı değişkeni olarak fiyatı almışlardır. Sonuçta, ortalama yaklaşıklık bulanık mantık ile %84.39, YSA ile %88.13 bulmuşlar ve YSA'nın bulanık mantıktan daha iyi olduğunu vurgulamışlardır.

Aydemir vd. (2020), İstanbul ili, Ataşehir ilçesine bağlı olan 16 adet mahalleye ait 852 adet konut verisini ve 176 adet değişkeni kullanarak Weka programı aracılığıyla yapay zekâ yöntemiyle analiz etmişlerdir. Giriş değişkenleri olarak konut brüt alanı, oda sayısı, bulunduğu kat, bina yaşı, ısınma türü vb. özellikler seçmişlerdir. Konut verisi seçiminde, konut fiyatları bir milyon liradan daha fazla fiyata sahip konutları kapsam dışı bırakmışlardır. Konut fiyatı tahmin işlemlerinde, geliştirilen modelin hata oranını %14, korelasyon değerini ise 0.9219 bulmuşlardır.

Tabar vd. (2021), konut fiyat tahmini için Tokat ili, Merkez ilçesinde konut alım-satımının diğer merkez mahallelere göre daha fazla olduğu Karşıyaka Mahallesinde, Eylül 2020-Kasım 2020 tarih aralığında emlak satış sitesinden temin edilen 176 adet veriyi ve 7 adet değişkeni kullanmışlardır. YSA ile çoklu regresyon analiz yöntemini karşılaştırmışlardır. Giriş değişkenleri olarak konut alanını, oda sayısını, banyo sayısını, balkon sayısını, katın kriterini, bina yaşını ve konumunu seçmişlerdir. Sonuç olarak, doğruluk değerlerini çoklu regresyon ile %95.05, YSA ile de %96.75 olarak elde etmişlerdir.

Bande vd. (2022), konut değerlemesi için YSA metodunu kullanmışlardır. Uygulama alanı olarak, Ankara'nın Yenimahalle ilçesine bağlı 6 farklı ve komşu mahallesinde yer alan toplam 220 adet satılık konut satış ilanlarını değerlendirmeye almışlardır. Konutların rayiç değerinin belirlenmesinde en etkili olduğu düşünülen konutun net alanı, bulunduğu kat, oda sayısı (salon sayısı da dahil olmak üzere), banyo sayısı ve ulaşım ve sosyal tesis noktalarına uzaklık değişkenlerini nümerik değer olarak dikkate almışlardır. Binanın yaşı 0 için (1), 1-2 için (2), 3-4 için (3), 5-10 için (4), 11-15 için (5), 16-20 için (6), 21-25 için (7), 26-30 için (8), 31 ve üzeri için (9), kat sayısı 1-4 için (1), 5-9 için (2), 10-14 için (3), 15-19 için

(4) ve 20 ve üzeri için (5), ısınma türü doğalgaz (kombi) için (1), merkezi (pay ölçer) için (2), merkezi için (3), kat kaloriferi için (4), yerden ısıtma için (5), soba için (6) ve doğal gaz sobası için (7), güney cephesi, site durumu, asansör, kapalı garaj, balkon ve eşya değişkenleri için belirtilen özelliğe sahipse 1, değilse 0 olarak sayısallaştırma yapmışlardır. Sonuç olarak konut rayiç fiyatlarının belirlenmesinde, ortalama hatanın karesini (MSE) 0.0002, tüm verilerin işlendiği eğitim grafiğinde regresyonu (R) 0.9483 ve doğruluk oranını %89.14 olarak bulmuşlardır.

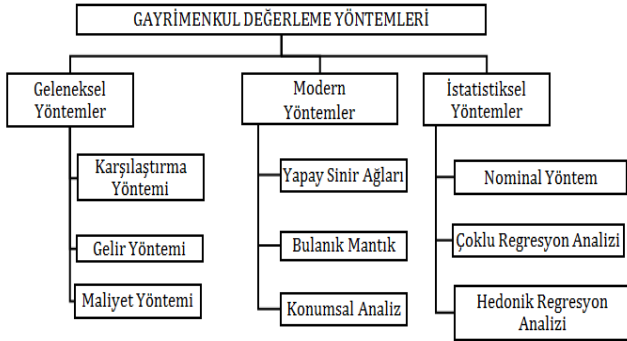
Doğan vd. (2022), YSA metodu kullanılarak konut değerlemesi yapılması için kullanımı kolay ve hızlı bir yöntem geliştirilmesini amaçlamışlardır. Uygulama alanı olarak, Ankara'nın Keçiören ilçesine bağlı 3 farklı ve komşu mahallesinde bulunan toplam 149 adet satılık konut satış ilanlarını değerlendirmeye almışlardır. Konut fiyatlarında etkili olabilecek değişkenlerden önemli görülen konutun net alanı, bulunduğu kat, oda sayısı (salon sayısı da dahil olmak üzere) ve ulaşım ve sosyal tesis noktalarına uzaklık değişkenleri için nümerik değerler vermişlerdir. Bina yaşı 0 için (1), 1-2 için (2), 3-4 için (3), 5-10 için (4), 11-15 için (5), 16-20 için (6), kat sayısı 1'den 8'e kadar olanlar için bulunduğu kat sayısı, 9 ve üzeri için (9), ısınma türü doğalgaz (kombi) için (1) ve merkezi (pay ölçer) için (2), güney cephesi, site durumu, asansör, kapalı garaj değişkenleri için belirtilen özelliğe sahipse 1, değilse 0 olarak sayısallaştırma yapmışlardır. Sonuç olarak, konut rayiç fiyatlarının belirlenmesinde, ortalama hatanın karesini (MSE) 0.000197, regresyonu (R) %94.31 ve doğruluk oranını %91.59 olarak bulmuşlar ve YSA mimarisinin başarılı sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Konut rayiç değerinin tespiti üzerine yapılan literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu YSA'nın konut fiyatlarını tahmin etmede başarısının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin gayrimenkul, vasita gibi birçok kategoride ilanın bulunduğu ve e-ticaret işlemlerinin yapıldığı online bir platformdan faydalanılarak, Ankara iline bağlı Keçiören ilçesinde birbirlerine komşu olan, Atapark, Ufuktepe ve Kanuni Mahallelerinde 2019 yılının Aralık ayında ilanda bulunan toplam 149 adet satılık konut değerlendirilmeye alınmıştır (Sahibinden, 2019; Doğan vd., 2022). Konutların tahmini rayiç değerlerinin belirlenmesinde etkili olan; dairenin net alanı (m<sup>2</sup>), bina yaşı, oda sayısı, kat sayısı, bulunduğu kat, cephe durumu, asansör durumu, site durumu, kapalı garaj durumu, ulaşım arterlerine yürüme mesafesi (m) ve ısınma türü olmak üzere öncelik verilen toplam 11 adet bağımsız değişken için Doğan vd. (2022) tarafından yapılmış olan mevcut bir çalışmadaki sayısallaştırma değerleri yeniden düzenlenerek YSA modelleri geliştirilmiştir. Çalışma ile tasarlanan modellerdeki aktivasyon fonksiyonu, ara katman sayısı ve her bir katmandaki nöron sayısı farklılaştırılarak kurulan 20 adet YSA mimarisinin performansları karşılaştırılmış ve Türkiye'nin Ankara ili, Keçiören ilçesi için yüksek doğruluk oranını veren en başarılı YSA mimarisinin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

## 1.1. Gayrimenkul Değerleme

Değerleme işlemi yapılırken gayrimenkulün özellikleri ve niteliklerine göre değerlendirme işleminin yapıldığı gün normal alım-satım bedeli olan “rayiç bedel” esas alınmaktadır. Gayrimenkul eksperleri tarafından, değerlemeye konu taşınmaz hakkında yeterli bilgiye sahip olunduktan sonra herhangi bir etki altında kalmadan ve bireysel menfaatini gözetmeden, objektif olarak gayrimenkul değerlemesinin yapılması gerekmektedir (Güngör, 1999). Konutun rayiç değerini etkileyen başlıca faktörler: binanın yapım yılı, semt özelliği, inşaat kalitesi, katı, daire alanı, oda sayısı, tapu durumu, mevki, asansör, açık/kapalı otopark, yeşil alan, deniz ve doğa manzarası, balkon, sosyal tesisler, ısınma ve güneş alma durumu, ulaşım vb. özelliklerdir (Saraç, 2012). Konutun değeri üzerinde bazı faktörlerin etkisi çok yüksek iken bazılarının ise etkisi çok az olmaktadır.

Gayrimenkul değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesinden sonra, uygulanacak değerlendirme yöntemleri ile ilgili literatürde en çok kullanılan yaklaşımlar Şekil 1’de verilmiştir (Yalpir, 2007). Gayrimenkul değerlendirme yöntemlerinden olan geleneksel ile istatistiksel değerlendirme yöntemlerinin, uygulamadaki zorluklarından dolayı değerlendirme uzmanlarını yeni arayışlara sürüklemiş ve gelişen teknoloji ile birlikte YSA’nın da yer aldığı modern yöntemler geliştirilmiştir.



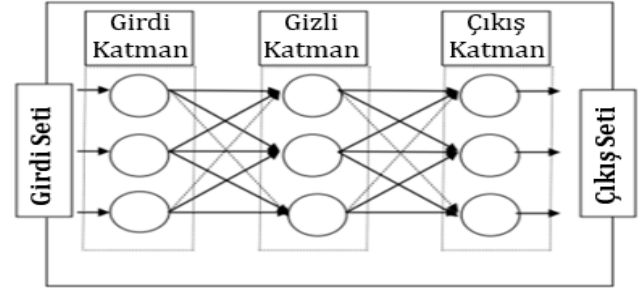
Şekil 1. Gayrimenkul Değerleme Yöntemleri

## 1.2. Yapay Sinir Ağları

YSA insan beyninin çalışma prensibini kendine model edinen yapay zekâ sistemlerinden biridir. Öğrenme ve genelleştirme özellikleri sayesinde, herhangi bir olayın nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkiyi, mevcutta bulunan örneklerden öğrenmektedir. Daha önce hiç karşılaşmadığı olayların sonuçlarını ise mevcut örneklerden yola çıkarak belirleyebilmektedir. YSA tahmin, sınıflandırma ve modelleme uygulamaları olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır.

Çok katmanlı bir YSA modelinde, girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere birbirleriyle bağlantılı olan üç katman bulunmaktadır. İlk katman olan girdi katmanı, gelen verilerin YSA’ya katılmasını sağlar. Girdi katmanından gelen sinyaller, gizli katmanda bulunan nöronlar tarafından çıktı katmanına gönderilir. Son katman çıktı katmanında ise veriler dışarıya aktarılır. Girdi ile çıktı katmanları dışındaki tüm katmanlar gizli katman olarak isimlendirilmektedir (Alşahin, 2015). Çok katmanlı örnek bir YSA modelinin

yapısı ile girdi, gizli ve çıktı katmanları Şekil 2’de gösterilmiştir.



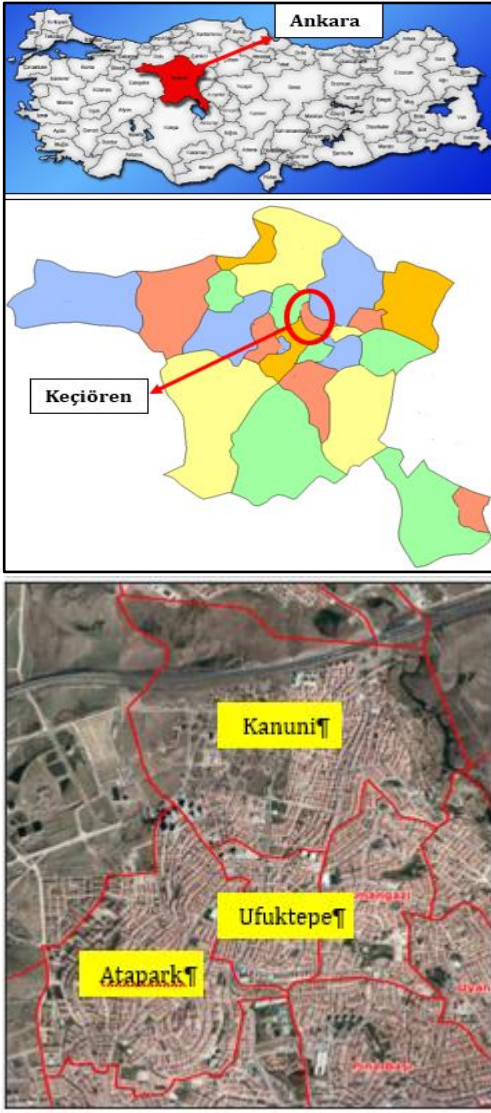
Şekil 2. Örnek YSA Modeli (Doğan vd., 2022)

Yaygın olarak kullanılan aktivasyon fonksiyonları sigmoid, lineer, step, eşit mantıksal, hiperbolik tanjant ve sinüs fonksiyonları olup eksen verileri [-1,1] arasında yer almaktadır (Koçer, 2016). Veri setinde yer alan ve diğer değişkenlere göre büyük değerlere sahip olan değişkenler YSA modellerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Girdi ve çıktı değişkenlerine Medyan, Sigmoid, Minimum kuralı, Maksimum kuralı ve Z-Score gibi normalizasyon teknikleri uygulanarak, ağı eğitimi daha verimli hale getirilmektedir (Jayalakshmi & Santhakumaran, 2011).

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Uygulama Alanı

Bu çalışmada uygulama alanı olarak; Ankara’nın nüfus olarak ikinci, Türkiye’nin ise dördüncü kalabalık ilçesi olan Keçiören’de birbirlerine komşu Atapark, Ufuktepe ve Kanuni Mahalleleri uygulama alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Ankara merkezinin kuzeyinde yer alan bu mahalleler, merkeze yaklaşık 13 km uzaklıkta olup ortalama 1120 metre rakıma sahiptir. Genelde Z+3 şeklinde yapılaşma mevcuttur. Mahallelerin sınırları içerisinde konut değerini doğrudan etkileyecek, hastane, sanayi, alışveriş merkezi, deniz manzarası, metro/tramvay gibi ulaşım ağları ve kamu yerleşkeleri bulunmamaktadır. Atapark Mahallesinin nüfusu 51.263; Ufuktepe Mahallesinin nüfusu 17.981; Kanuni Mahallesinin nüfusu 30.454 kişidir. 2021 yılında Keçiören ilçesi genelinde 23.170 adet konut satışı yapılmıştır (TÜİK, 2022). Alım-satımın yüksek olması, mahallelerin birbirine komşu olması, bölgenin sosyo-ekonomik durumu ve yeterli sayıda veri elde edilmesinden dolayı söz konusu mahallelerin çalışma bölgesi olarak seçilmesinde yeterli olacağı değerlendirilmiştir.

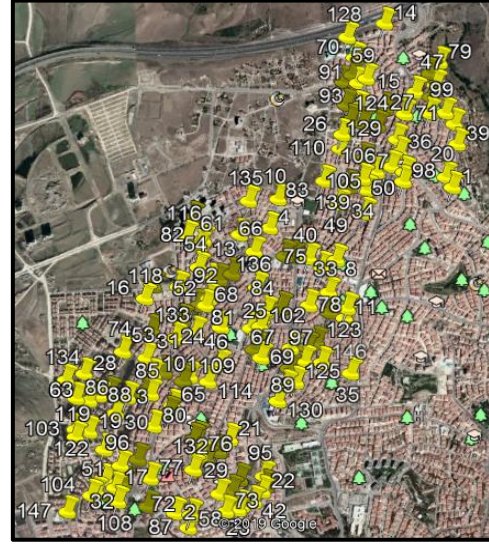


Şekil 3. Uygulama Alanı

## 2.2. Veri Setinin Oluşturulması

Türkiye'nin gayrimenkul, vasıta gibi birçok kategoride ilanın bulunduğu ve e-ticaret işlemlerinin yapıldığı online bir platformdan faydalanılarak, 2019 yılının Aralık ayında uygulama alanında yer alan sahibinden satılık konut değerlendirilmeye alınmıştır. Veri setinde, Atapark Mahallesi'nde 80 konut, Kanuni Mahallesi'nde 43 konut ve Ufektepe Mahallesi'nde 26 konut olmak üzere toplam 149 adet konuta ait veri bulunmaktadır. Veri tabanında kullanılacak konutlar ile ilgili niteliklerin tamamı, e-ticaret sitesinden ve haritadan faydalanılarak bulunmuştur (Sahibinden, 2019; Keçiören Belediyesi, 2019).

Veri setinde 11 adet giriş ve 1 adet çıkış değeri bulunmaktadır. Giriş değerleri olarak, konutların rayiç fiyatını belirlemede etkili olan bina yaşı, kat sayısı, bulunduğu kat, cephe durumu, oda sayısı, dairenin net alanı (m<sup>2</sup>), site durumu, ısınma türü, asansör durumu, kapalı garaj durumu ve ulaşım arterlerine yürüme mesafesi (m) kullanılmıştır. 149 adet binanın konumları Google Earth Pro programında işaretlenmiş ve buradan ulaşım arterlerine en yakın yürüme mesafesi belirlenmiştir (Google Earth, 2020). Çıkış değeri olarak da tahmini rayiç fiyatı seçilmiştir.



Şekil 4. Konutların Konumları

## 2.3. Sayısallaştırma ve Normalizasyon İşlemleri

Doğan vd. (2022) tarafından YSA metodu kullanılarak yapılan konut değerlendirme çalışmasında, konut fiyatlarında etkili olabilecek değişkenlerin sayısallaştırma değerleri yeniden düzenlenerek YSA modelleri geliştirilmiştir. Elde edilen verileri analize uygun hale getirebilmek için 149 adet konuta ait, 11 adet girdi ve 1 adet çıktı olmak üzere toplam 12 adet değişkene, literatürde yaygın olarak kullanılan sayısallaştırma yöntemlerinden farklı olarak aşağıda verilen açıklamalara göre yeniden sayısallaştırma ve normalizasyon işlemleri yapılmıştır.

- **Bina yaşı:** Dairenin bulunduğu binanın yaşı ile ilgili sayısallaştırma değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bina Yaşı İçin Sayısallaştırma Değerleri

Bina Yaşı	Sayısal Değeri
0	8
1-4	7
5-10	6
11-15	5
16-20	4
21-25	3
26-30	2
30 ve üzeri	1

- **Kat sayısı:** Binanın kat sayısı ile ilgili sayısallaştırma değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Binanın Kat Sayısı İçin Sayısallaştırma Değerleri

Kat Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Sayısal Değeri	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

- **Bulunduğu kat:** Dairenin binanın hangi katında konumlu olduğu (temel kotuna (0.00) göre) ile ilgili sayısallaştırma değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Dairenin Bulunduğu Kat İçin Sayısallaştırma Değerleri

Bulunduğu Kat	Sayısal Değeri
2. Bodrum	1
1. Bodrum	2
Zemin	3
1-5	4
6-10	5
11-15	6
16-20	7
21-25	8
26 ve üzeri	9

- **Cephe durumu:** Dairenin cephe durumunun özelliği sayısallaştırılıp veri setinde kullanılmıştır. Tamamı güney cephesine bakan daireler için (4); doğu, batı, güneydoğu, güneybatı, 3 ya da 4 tane ana yönlere cephesi bulunan daireler için (3); doğu-batı, kuzeydoğu, kuzeybatı, güney-kuzey yönlere cephesi bulunan daireler için (2) ve tamamı kuzey cephesine bakan daireler için (1) alınarak sayısallaştırma yapılmıştır.
- **Oda sayısı:** Dairenin sahip olduğu oda sayısı sayısallaştırılarak veri setinde kullanılmıştır. Örneğin; 2+1 bir daire için toplam oda sayısı (3); 2+2 bir daire için toplam oda sayısı (4) vb.
- **Dairenin net alanı:** Dairenin net kullanım alanı m<sup>2</sup> parametresi ile sayısallaştırılmıştır. Örneğin, 120 m<sup>2</sup> net alanı bulunan bir daire için (120), vb.
- **Site durumu:** Dairenin bulunduğu binanın site içerisinde bulunma özelliği sayısallaştırılıp veri setinde kullanılmıştır. Site içerisinde bulunmayan daireler için (1), site içerisinde bulunan daireler için (2) alınarak sayısallaştırma yapılmıştır.
- **Isınma türü:** Dairenin sahip olduğu ısınma türü ile ilgili sayısallaştırma değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Isınma Türü İçin Sayısallaştırma Değerleri

Isınma Türü	Sayısal Değeri
Soba	1
Kat Kaloriferi	2
Doğalgaz (Soba)	3
Yerden Isıtma	4
Merkezi Isıtma	5
Merkezi Isıtma (Pay Ölçer)	6
Doğalgaz (Kombi)	7

- **Asansör durumu:** Dairenin bulunduğu bina içerisinde asansör bulunma özelliği sayısallaştırılıp veri setinde kullanılmıştır. Bina içerisinde asansör bulunmayan daireler için (1), asansör bulunan daireler için (2) alınarak sayısallaştırılmıştır.
- **Kapalı garaj durumu:** Dairenin bulunduğu bina içerisinde kapalı garaj bulunma özelliği sayısallaştırılıp veri setinde kullanılmıştır. Bina içerisinde kapalı garaj bulunmayan daireler için (1), kapalı garaj bulunan daireler için (2) alınarak sayısallaştırılmıştır.

- **Ulaşım arterlerine mesafesi:** Dairenin bulunduğu binanın ulaşım arterlerine en yakın yürüme mesafesi ile ilgili sayısallaştırma değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Ulaşım Arterlerine Mesafesi İçin Sayısallaştırma Değerleri

Ulaşım Arterlerine Mesafesi (m)	Sayısal Değeri
0-50	7
51-100	6
101-200	5
201-300	4
301-400	3
401-500	2
501 ve üzeri	1

- **Fiyat:** Dairenin fiyatı TL parametresi ile sayısallaştırılmıştır. Örneğin; 180000 TL için (180000), vb.

Veri setinin sayısallaştırılması esnasında, Doğan vd. (2022) tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak, veri setinde değişkenlerin birbirlerine kıyasla, tahmini rayiç fiyat üzerindeki ağırlıkları farklı olduğundan daha mantıklı sonuçlar vereceği düşünülerek, toplam 3 adet değişkenden kapalı garaj durumu, asansör durumu ve site durumu için "0" yerine "1" ve "1" yerine "2" parametreleri kullanılmıştır. Dairenin net alanı ve fiyat değişkeni için nümerik değer kullanılırken, kalan diğer 7 değişken için ise ara değerler eklenerek yeniden sayısallaştırma yapılmış ve daha verimli sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında kullanılan veriler Eşitlik (1)'de yer alan normalizasyon formülünden faydalanılarak [0,1] arasında normalize edilmiştir.

$$x_n = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de yer alan;  $x_n$  niteliğin normalize edilmiş değeri,  $x_i$  niteliğin o anki aldığı değeri,  $x_{min}$  ve  $x_{max}$  da sırasıyla bu niteliğin aldığı en küçük ve en büyük değerlerdir.

#### 2.4. Giriş ve Çıkış Değişkenlerine Ait İstatistiksel Bilgiler

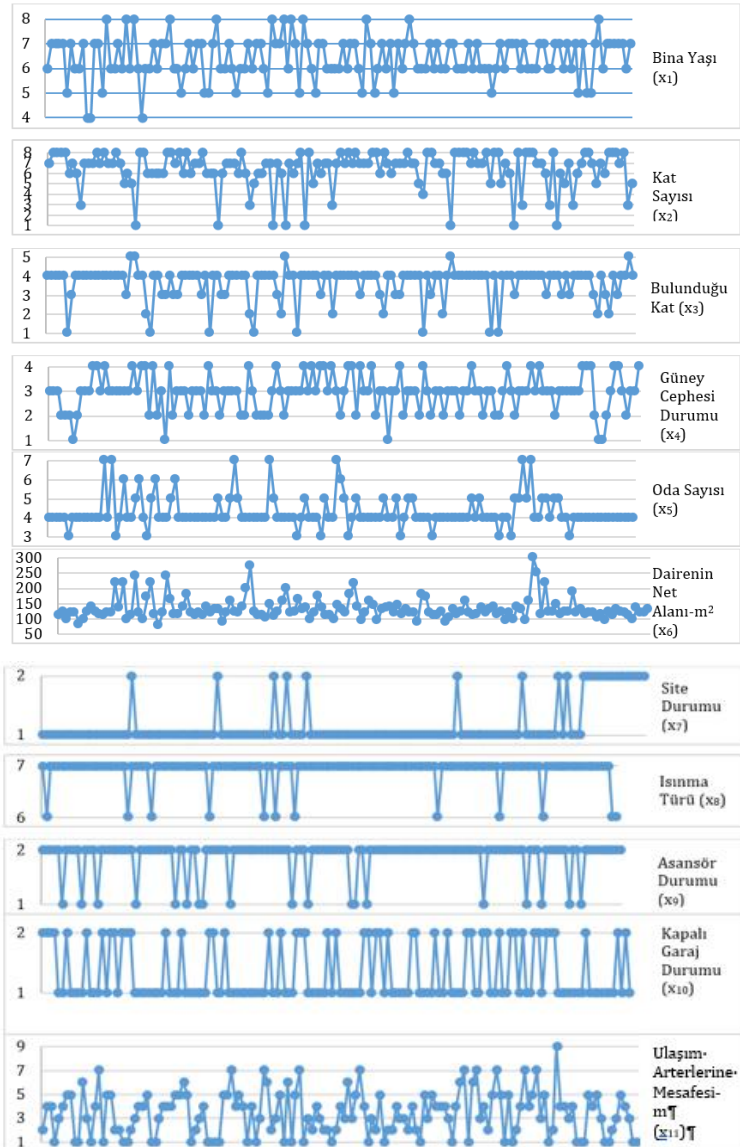
Giriş ve çıkış değişkenlerinin sayısı (N), aralık, minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ve varyans değerleri gibi istatistiksel bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

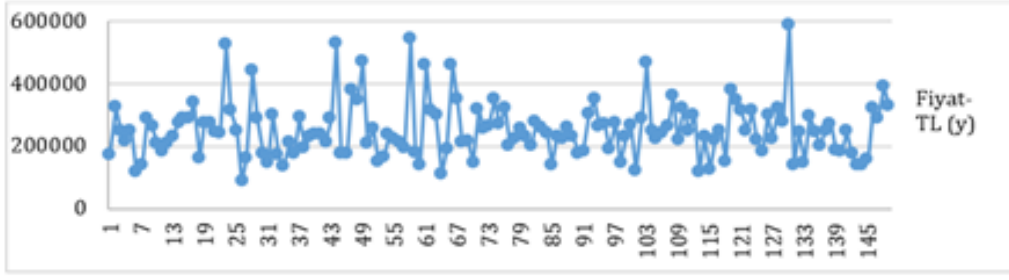
**Tablo 6.** Giriş ve Çıkış Değişkenlerine Ait İstatiksel Bilgiler

Giriş (x) ve Çıkış (y) Değişkenleri	N	Aralık	Min.	Mak.	Ortalama	Std. Sapma	Varyans	
Bina Yaşı	x <sub>1</sub>	149	4	4	8	6.42	0.86	0.75
Kat Sayısı	x <sub>2</sub>	149	7	1	8	6.44	1.79	3.22
Bulunduğu Kat	x <sub>3</sub>	149	4	1	5	3.61	0.86	0.74
Cephe Durumu	x <sub>4</sub>	149	3	1	4	2.93	0.75	0.57
Oda Sayısı	x <sub>5</sub>	149	4	3	7	4.30	0.84	0.71
Dairenin Net Alanı (m <sup>2</sup> )	x <sub>6</sub>	149	220	80	300	132.10	36.81	1355.21
Site Durumu	x <sub>7</sub>	149	1	1	2	1.07	0.25	0.06
Isınma Türü	x <sub>8</sub>	149	1	6	7	6.92	0.27	0.08
Asansör Durumu	x <sub>9</sub>	149	1	1	2	1.87	0.34	0.11
Kapalı Garaj Durumu	x <sub>10</sub>	149	1	1	2	1.33	0.47	0.22
Ulaşım Arterlerine Mesafesi (m)	x <sub>11</sub>	149	8	1	9	3.39	1.88	3.55
Fiyat (TL)	y	149	504500	85500	590000	251000	89819	8.07E+09

Giriş ve çıkış değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler elde edildikten sonra, giriş değişkenlerinin veri dağılım grafiği Şekil 5'te, çıkış

değişkeninin veri dağılım grafiği Şekil 6'da verilmiştir. Grafiklerdeki x eksenini veri sayısını, y eksenini ise her bir değişkenin değerini ifade etmektedir.

**Şekil 5.** Giriş Değişkenlerinin Veri Dağılım Grafiği



Şekil6. Çıkış Değişkenlerinin Veri Dağılım Grafiği

### 3. BULGULAR

YSA ile konutların tahmini rayiç değer tespitini yapmak için, çok karmaşık ve zor işlemleri basitleştirerek çözüme kavuşturan ve güvenilir olan MATLAB R2020a programı tercih edilmiştir. MATLAB R2020a programında giriş veri setine 11x149, çıkış veri setine 1x149 olacak şekilde matris tanımlanmış olup, toplam 149 adet veriden, çeşitli bilimsel çalışmalarda tercih oranları olarak kullanılan eğitim için %70'i (105 adet), doğrulama için %15'i (22 adet), test için %15'i (22

katmanında transfer fonksiyonu olarak doğrusal "purelin" kullanılmıştır.

Deneme-yanılma yöntemi kullanılarak, en iyi YSA mimarisi bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, ilk önce ara katman sayısı 1 kabul edilerek nöron sayısı ve aktivasyon fonksiyonu değiştirilmiş, daha sonra ise ara katman sayısı iki ve üç yapılarak aynı işlemler tekrarlanmıştır (Tablo 7). Ortalama hatanın karesini ifade eden ve eğitimin hata oranını gösteren MSE'nin (Mean Squared Error) 0'a yakın, parametreler arasındaki ilişkiyi ifade eden ve eğitimin ne kadar sağlıklı işlediği hakkında bilgi

Tablo 7. En İyi YSA Mimarisi İçin Deneme-Yanılma Sonuçları

Ara Katman Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu	Her Bir Katmandaki Nöron Sayısı	MSE Değeri	R Değeri
Tek Katmanlı	Sigmoid	1	0.007030	0.88303
	Sigmoid	5	0.001990	0.93290
	Sigmoid	10	0.000673	0.93993
	Sigmoid	15	0.000377	0.93563
	Hiperbolik Tanjant	15	0.000309	0.94401
	Hiperbolik Tanjant	20	0.000083	0.94107
İki Katmanlı	Sigmoid (1)- Sigmoid (2)	1-1	0.006490	0.88281
	Sigmoid (1)- Sigmoid (2)	5-5	0.000807	0.93289
	<b>Sigmoid (1)- Sigmoid (2)</b>	<b>10-10</b>	<b>0.000432</b>	<b>0.95098</b>
	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)	15-15	0.000211	0.93785
	Sigmoid (1)-Hiperbolik Tanjant (2)	15-15	0.000109	0.93112
	Hiperbolik Tanjant (1)-Hiperbolik Tanjant (2)	15-15	0.000007	0.94346
	Hiperbolik Tanjant (1)-Hiperbolik Tanjant (2)	20-20	0.000247	0.93627
Üç Katmanlı	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)-Sigmoid (3)	1-1-1	0.007260	0.88225
	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)-Sigmoid (3)	5-5-5	0.001860	0.93038
	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)-Sigmoid (3)	10-5-5	0.000664	0.94558
	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)-Sigmoid (3)	10-10-5	0.000737	0.94370
	Sigmoid (1)-Sigmoid (2)-Sigmoid (3)	10-10-10	0.000548	0.93999
	Sigmoid (1)-Hiperbolik Tanjant (2)-Sigmoid (3)	10-10-5	0.000385	0.94765
	Sigmoid (1)-Hiperbolik Tanjant. (2)-Hiperbolik Tanjant (3)	10-10-5	0.000289	0.94450

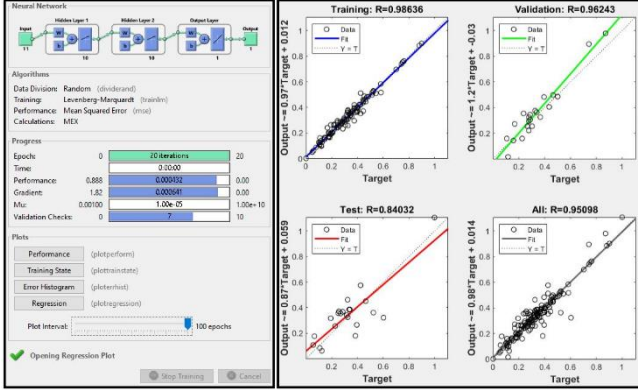
adet) rastgele kullanılarak çözümlenmeler yapılmıştır (Yüksek vd., 2018; Yavuz & Polat, 2020; Doğan vd., 2022). Çalışmada, mimari ağ yapısı için çok katmanlı ileri beslemeli geri yayımlı ağ algoritması kullanılmış ve MATLAB R2020a programında genellikle en hızlı geri yayılım algoritması olan "trainlm" komutu kullanılarak ve öğrenme katsayısı 0.50 alınarak, Levenberg-Marquardt Algoritması (LMA) ile eğitilmiştir. Çıkış

veren R'nin (regresyon) de 1'e yakın olması öğrenmenin başarı oranını göstermektedir.

Yapılan 20 iterasyonlu deneme-yanılma sonucunda, iki ara katmana sahip, her bir ara katmandaki nöron sayısı 10 ve aktivasyon fonksiyonları sigmoid olan YSA ağ mimarisinde, performans fonksiyonu olan MSE 0.000432, tüm verilerin işlendiği eğitim grafiğinde R 0.95098 bulunmuştur. R değerinin %95'in üzerinde olması seçilen ağ mimarisi performansının oldukça



başarılı olduğunu göstermiştir. YSA eğitimine ait sonuç ekranı ve ağ çıktılarını eğitim-doğrulama-test grupları için hedef değerlere göre ayrı ayrı değerlendiren regresyon grafikleri Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Sonuç Ekranı ve Regresyon Grafikleri

Konutun rayiç değerleri ile seçilen YSA modeli yardımıyla hesaplanan konut değerleri arasındaki doğruluk oranı tüm veri için %93.02 olarak bulunmuştur. İlk 20 adet konutun rayiç değerleri ile YSA değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 8’de verilmiştir.

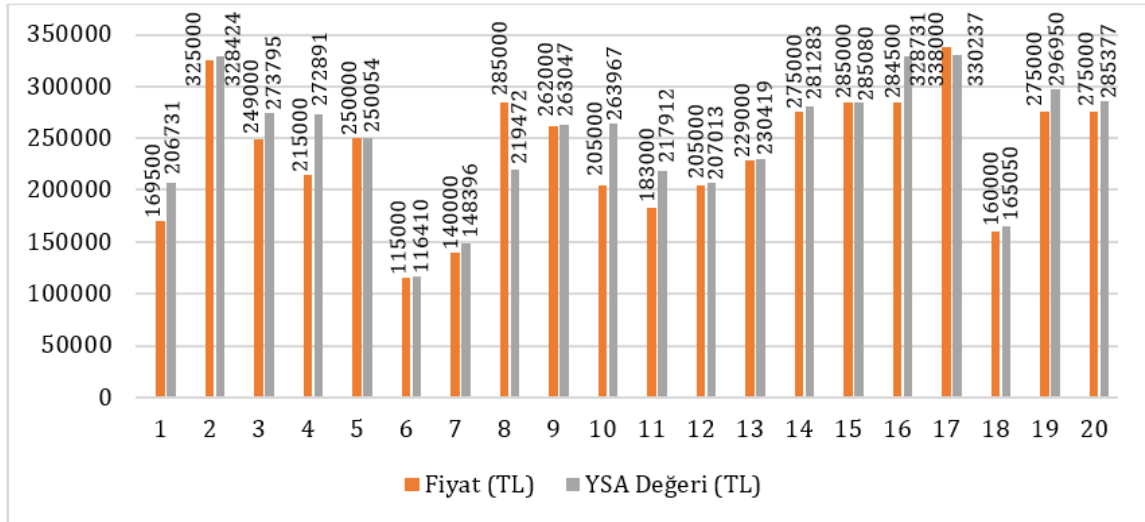
#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gayrimenkul değerlemesi, taşınmazların birçok özelliğinin dikkate alınmasını gerektiren karmaşık ve zor bir işlemdir. Bu çalışma kapsamında, gelişen teknoloji ile birlikte kullanımı artan modern gayrimenkul değerlendirme yöntemlerinden, kullanımı kolay ve hızlı bir yöntem olan YSA metoduyla konut değerlemesi

etkili olan; dairenin net alanı (m<sup>2</sup>), bina yaşı, oda sayısı, kat sayısı, bulunduğu kat, cephe durumu, asansör durumu, site durumu, kapalı garaj durumu, ulaşım arterlerine yürüme mesafesi (m) ve ısınma türü olmak üzere öncelenen toplam 11 adet bağımsız değişken için Doğan vd. (2022) tarafından yapılmış olan mevcut bir çalışmadaki sayısallaştırma değerleri yeniden düzenlenerek YSA modelleri geliştirilmiştir. Çalışma ile tasarlanan modellerdeki aktivasyon fonksiyonu, ara katman sayısı ve her bir katmandaki nöron sayısı farklılaştırılarak kurulan 20 adet YSA mimarisinin performansları karşılaştırılarak Türkiye’nin en kalabalık dördüncü ilçesine, yüksek doğruluk oranındaki en iyi YSA mimarisinin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, iki ara katmana sahip, her bir ara katmandaki nöron sayısı 10 ve aktivasyon fonksiyonları sigmoid olan YSA mimarisinin, performans fonksiyonu olan MSE’nin 0.000432, R’nin ise tüm verilerin işlendiği eğitim grafiğinde 0.95098 değeri ile performansının en uygun olduğu belirlenmiştir. Konutların rayiç değerleri ile seçilen YSA modeli yardımıyla hesaplanan değerlerin arasındaki doğruluk oranı tüm veri seti için %93.02 olarak bulunmuş ve YSA tekniklerinin konut fiyatlarının tahmininde bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan, elde edilen bulguların daha önce yapılmış olan birçok çalışmada seçilen değişkenlerden farklı olarak, Sahibinden (2019) ilanlarında öncelenen 11 adet bağımsız değişken kullanılması, YSA teknikleri ile yeni bir ağ mimarisinin oluşturulması ve Keçiören/Ankara özelinde yapılan bu yeni sayısallaştırma ile elde edilen



Şekil 8. İlk 20 Adet Konutun Rayiç ile YSA Değerlerinin Grafiksel Gösterimi

yapılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Türkiye’nin gayrimenkul, vasıta gibi birçok kategoride ilanının bulunduğu ve e-ticaret işlemlerinin yapıldığı online bir platformdan faydalanılarak, Ankara iline bağlı Keçiören ilçesinde birbirlerine komşu olan, Atapark, Ufuktepe ve Kanuni Mahallelerinde 2019 yılının Aralık ayında ilanda bulunan toplam 149 adet satılık konut değerlendirilmeye alınmıştır (Sahibinden, 2019; Doğan vd., 2022). Konutların tahmini rayiç değerlerinin belirlenmesinde

MSE, R ve doğruluk oranı değerlerinin daha anlamlı sonuçlar vermesidir.

Bu çalışmaya ek olarak, yapılan bu sayısallaştırma ile birlikte konut fiyatının tahmininde daha az sayıda fakat daha etkili olduğu düşünülen değişkenler kullanılarak, farklı yerleşim yerlerindeki konutların tahmini rayiç fiyatlarını belirlemek için yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir. Ayrıca, bu çalışmadaki veriler üzerinden veya güncel veriler üzerinden farklı modern

veya istatistiksel yöntemler ile yeniden analizler yapılarak, YSA sonuçları ile kıyaslanması hedeflenebilir.

#### Araştırmacıların Katkı Oranı

**Orhan DOĞAN**; metodoloji, düzenleme, kontrol

**Nassirou BANDE**; literatür tarama, veri toplama ve analizi,

**Yunus GENÇ**; yorumlama, yazım,

**Furkan KOÇ**; yazım ve kontrol.

#### Çatışma Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### KAYNAKÇA

Abidoye, R.B. & Chan, A.P.C. (2017). Modeling Property Values in Nigeria Using Artificial Neural Network. *Journal of Property Research*, 1-18.

Alşahin, S. (2015). Yapay Sinir Ağları İle Kiriş Tipi Yapılarda Hasar Tanımlama, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, Kayseri.

Aydemir, E., Aktürk, C. & Yalçınkaya, M.A. (2020) Yapay Zekâ İle Konut Fiyatlarının Tahmin Edilmesi. *Turkish Studies Applied Sciences*, 15(2), 183-194.

Bande, N., Doğan, O., Genç, Y. & Akyön, F.Ç. (2022). *Yenimahalle/Ankara Özelinde Konut Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları Metodu İle Belirlenmesi*. 7. Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 9-10 Mart 2022, Kayseri.

Doğan, O., Bande, N., Genç, Y. & Akyön, F.Ç. (2022). Keçiören/Ankara Özelinde Konut Rayiç Değerlerinin Yapay Sinir Ağları Metodu Kullanılarak Tahmini. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (35), 113-128.

Ecer, F. (2014). *Türkiye'deki Konut Fiyatlarının Tahmininde Hedonik Regresyon Yöntemi ile Yapay Sinir Ağlarının Karşılaştırılması*. International Conference On Eurasian Economies, Skopje, Macedonia.

Elmas, Ç. (2007). *Yapay Zekâ Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Erdoğdu, S. (2012). Gayrimenkul Değerlemesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, İzmir.

Google Earth Pro, (2020). Google Earth Pro [Erişim Tarihi: 15.01.2020], <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>

Güngör, E. (1999). *Gayrimenkul Değerlemesi ve Türkiye'de Sermaye Piyasalarında Gayrimenkul Ekspertiz Şirketlerine Yönelik Düzenlemeler Yapılmasına İlişkin Öneriler, Yeterlik Etüdü*, Ankara: T.C. Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu, Kurumsal Yatırımcılar Dairesi.

Jayalakshmi, T. & Santhakumaran, A. (2011). Statistical Normalization and Back Propagation for Classification. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 3(1), 89-93.

Keçiören Belediyesi, (2019). Keçiören Belediyesi, [Erişim Tarihi: 20.12.2019], <http://kentbs.kecioren.bel.tr/>

Koçer, M. (2016). Fretli Kolonların Kesme, Eğilme ve Süneklik Kapasitelerinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, Konya.

Mora-Esperanza, J.G. (2004). Artificial Intelligence Applied to Real Estate Valuation; An Example for the Appraisal of Madrid. *Catastro*, 255-265.

Nas, B. (2011). YSA ve DVM Yöntemleri İle Taşınmaz Değerlemesi İçin Bir Yaklaşım Geliştirme, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi ABD, Konya.

Özkan, G., Yalçır, Ş. & Uygunol, O. (2007). *An Investigation on the Price Estimation of Residable Real Estates by Using Artificial Neural Network and Regression Methods*. The 12th Applied Stochastic Models and Data Analysis International Conference (ASMDA), Chania, Crete, Greece.

Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Rossini, P.A. (1997). Artificial Neural Networks Versus Multiple Regression in the Valuation of Residential Property. *Australian Land Economics Review*, 3(1), 1-12.

Sahibinden, (2019). Sahibinden, [Erişim Tarihi: 15.12.2019], <https://www.sahibinden.com/>

Saraç, E. (2012). Yapay Sinir Ağları Metodu İle Gayrimenkul Değerleme, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, İstanbul.

Selim, H. (2009). Determinants of House Prices in Turkey: Hedonic Regression Versus Artificial Neural Network. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2843-2852.

SPK, (2006). Sermaye Piyasası Kurulu, Uluslararası Değerleme Standartları. Sermaye Piyasasında Uluslararası Değerleme Standartları Hakkında Tebliğ, Seri: 8, No:45.

Tabanoğlu, M. (2019). Konut Yapılarının Rayiç Değerlerinin Yapay Sinir Ağları Metodu Kullanılarak Tahmin Edilmesi: Düzce İli Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, Düzce.

Tabar, M.E., Başara, A.C. & Şişman, Y. (2021). Çoklu Regresyon ve Yapay Sinir Ağları ile Tokat İlinde Konut Değerleme Çalışması. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(1), 01-07.

TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu [Erişim Tarihi: 02.12.2022], <http://www.tuik.gov.tr/>

Ulvi, C. & Özkan, G. (2019). Taşınmaz Değerlemede Yapay Zekâ Tekniklerinin Kullanılabilirliği ve Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Geomatik Dergisi*, 4(2), 134-140.

Wilkowski, W. & Budzyński, T. (2006). *Application of Artificial Neural Networks for Real Estate Valuation*. Shaping the Change XXIII FIG Congress, Munich, Germany.

Worzala, E., Lenk, M. & Silva, A. (1995). An Exploration of Neural Networks and Its Application to Real Estate Valuation. *Journal of Real Estate Research*, 10(2), 185-201.

Yalpir, Ş. (2007). Bulanık Mantık Metodolojisi ile Taşınmaz Değerlenme Modelinin Geliştirilmesi ve Uygulaması: Konya Örneği, *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri ABD, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Yavuz, B. & Polat T.K. (2020). *Yapay Sinir Ağları İle Kalite Kontrol: Örnek Olay Çalışması*. Ankara: İksad Yayınevi.

Yılmazel, Ö., Afşar, A. & Yılmazel, S. (2018). Konut Fiyat Tahmininde Yapay Sinir Ağları Yönteminin

Kullanılması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (20), 285-300.

Yüksek, Ö., Babacan, H.T. & Saka, F. (2018). Yağış-Akış Modellemesinde Optimum Yapay Sinir Ağı Yapısının Araştırılması. *Türk Hidrolik Dergisi*, 2(1), 31-37.

Zurada, J.M., Levitan, A.S. & Guan, J. (2006). Non-Conventional Approaches to Property Value Assessment. *Journal of Applied Business Research*, 22(3), 1-14.



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>