



# Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi

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

e-ISSN: 2687-5187



## Yapay Zekâ Yöntemleriyle Hazine Taşınmazlarının Değerlemesi: Yapay Sinir Ağları ile Kamu Konutları Üzerine Bir Uygulama

Özgür ALTUN \*1 

Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümü Doktora Programı, Sakarya

### Anahtar Kelimeler:

Taşınmaz İdaresi  
Hazine Taşınmazı  
Değerleme  
Yapay Zekâ  
Yapay Sinir Ağları

### ÖZ

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025'e ilişkin strateji belgesinde 6 stratejik öncelik ve bu öncelikler kapsamında 24 amaç belirlenmiştir. Bu amaçlardan birisi de kamu kurumlarında yapay zeka teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanımına yönelik yapısal ve yetkinlik dönüşümünün hızlandırılmasıdır. Bu kapsamda, hazine taşınmazlarının değerlendirilmesinde yapay zeka uygulamalarının kullanılabilirliğinin gösterilmesi bu çalışmanın odağını oluşturmaktadır. Bunun için Ankara İli, Etimesgut İlçesinde bulunan ve 2020 yılı Haziran-Aralık ayları arasında ihale yoluyla satışı gerçekleşen kamu konutlarının ihale bedellerinden ve özelliklerinden yola çıkarak R yazılımı ortamında yapay sinir ağları (YSA) ile bir değerlendirme modeli tahmin edilmiştir. Klasik değerlendirme yöntemleri değer takdir eden kişilerin öznel yargılarından oldukça etkilenmektedir. İleri değerlendirme yöntemleri olarak da yararlanılan yapay zekâ yöntemlerinin hazine taşınmazlarına uygulanması değerlemede objektifliğin sağlanması ve rayiç bedelin doğru belirlenmesi açısından geleneksel değerlendirme anlayışına farklı ve yenilikçi bir alternatif sunmaktadır. Ulaşılan tahmin sonuçlarına göre ortalamada %93'lük doğruluk oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlar ile YSA yönteminin taşınmaz değerlendirilmesinde kullanılabilir bir yöntem olduğunu söylemek mümkündür.

## Valuation of State Owned Real Estate with Artificial Intelligence Methods: An Application on Public Housing with Artificial Neural Networks

### Keywords:

Real Estate Management  
State Owned Real Estate  
Valuation  
Artificial Intelligence  
Artificial Neural Networks

### ABSTRACT

In the strategy document for the National Artificial Intelligence Strategy 2021-2025, 24 objectives were determined within the scope of 6 strategic priorities. One of these objectives is to accelerate the structural and competence transformation towards the effective use of artificial intelligence technologies in public institutions. In this context, demonstrating the usability of artificial intelligence applications in the valuation of state owned real estate is the focus of this study. For this, a valuation model was estimated with artificial neural networks (ANN) in the R software environment, based on the auction prices and features of the public houses in the Etimesgut District of Ankara Province, which were sold by auction between June and December 2020. Classical valuation methods are highly influenced by the subjective judgments of appraisers. The application of artificial intelligence methods, which are also used as advanced valuation methods to state owned real estate offers a different and innovative alternative to the traditional valuation approach in terms of ensuring objectivity in valuation and determining the market value accurately. In the estimation results obtained, an average of 93% accuracy rate was obtained. With these results, it is possible to say that the ANN method can be used in real estate valuation.

### \*Sorumlu Yazar

\*zgraltun06@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-7982-3610

Araştırma Makalesi; DOI: 10.51765/tayod.1133588

Geliş Tarihi: 21/06/2022; Kabul Tarihi: 18/08/2022

Kaynak Göster (APA): Altun, Ö. (2022). Yapay Zekâ Yöntemleriyle Hazine Taşınmazlarının Değerlemesi: Yapay Sinir Ağları ile Kamu Konutları Üzerine Bir Uygulama, *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 4(2), 62-74.

## 1. GİRİŞ

Taşınmaz veya gayrimenkul kavramı en basit tanımıyla bir yerden başka bir yere taşınması mümkün olmayan arazi/toprak veya arazi üzerine inşa edilerek onun bütünlüğü bir parçası haline alan bina gibi sabit yapıları ifade etmektedir. Medeni Kanununun 704. maddesine göre taşınmaz mülkiyetinin konusu, arazi ve kat mülkiyetine konu bağımsız bölümlerin yanında tapu kütüğünde ayrı sayfaya kaydedilen bağımsız ve sürekli haklardan oluşmaktadır. Medeni Kanunda yer alan “taşınmaz” kavramının bağımsız ve sürekli hakları da (bazı irtifak hakları gibi) kapsayan bu anlamına karşılık halk arasında “taşınmaz” kavramı genel olarak “arsa”, “tarla”, “bağ-bahçe” ve “konut” kavramlarına karşılık gelmektedir.

Taşınmaz kavramının temelini oluşturan toprak/arazi, doğal özelliğinden ötürü işlenebildiğinden tarım sektörü ile insanların barınma ihtiyacını karşılamak ve sanayi, ticaret gibi üretim faaliyetlerinin yürütülmesi için inşa edilen yapılara fiziki zemin sağladığından inşaat sektörü ile gelecek için bir güvence sağlamak amacıyla yatırım olarak değerlendirildiğinden ve gerektiğinde teminat olarak gösterildiğinden bankacılık ve finans sektörü ile yakından ilişkilidir. Taşınmaz olarak değerlendirilen sabit yapılar (konut, bina vb.) ise doğal olarak işlenebilirlik dışında yukarıda belirtilen özelliklere büyük ölçüde sahip olmakla birlikte, özellikle inşaat sektörü gibi ekonomideki birçok sektörle yakından ilişkisi bulunan faaliyet alanının merkezinde yer almaktadır.

Taşınmazlar mülkiyet sahibine göre özel mülkiyete konu olanlar ve kamu mülkiyetinde bulunanlar olmak üzere temel olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Kamu mülkiyetinde bulunan taşınmazlar ise bir kamu hizmetine tahsisli olup kamu malı niteliğinde olanlar ile kamu tüzel kişiliğine haiz olup mal varlığı edinebilen kamu kurum ve kuruluşlarının mülkiyetinde bulunanlar ve hazine<sup>1</sup> mülkiyetinde bulunanlar olarak sınıflandırılabilir. Hazine mülkiyetinde bulunan taşınmazlara “hazine taşınmazı” adı verilmektedir. Ancak hazine taşınmazı kavramının kapsamı daha geniştir. Hazine taşınmazı, tapuda hazine adına kayıtlı olan hazinenin özel mülkiyetindeki taşınmazlar ile tescil harici olup Medeni Kanun ve diğer kanunlarda devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunduğu belirtilen taşınmazları ifade etmektedir.

Toplam yüzölçümü 783.562,00 km<sup>2</sup> (UN, 2022) olan Türkiye’de 2021 yılında hazine adına tescilli taşınmazların toplam yüzölçümü 311.713,82 km<sup>2</sup>’dir (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2021). Bu rakam, Türkiye’nin karasal yüzölçümünün yaklaşık %39’una karşılık gelmektedir. Tescil harici olup devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlar da göz önünde bulundurulduğunda, hazinenin tasarrufundaki taşınmazların oranı çok daha yüksektir.

Hazine taşınmazlarının idaresi Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının bir ana hizmet birimi olan

Milli Emlak Genel Müdürlüğü ve taşra birimlerince yürütülmektedir. Milli Emlak Genel Müdürlüğü, gerek idaresi altında bulunan taşınmazların sayısı gerekse çeşitliliği açısından kamu kesiminde değerlendirilmesinde bulunan kurumların en önemlileri arasındadır. Gerçekten de 2020 yılında Milli Emlak Genel Müdürlüğü bünyesinde 30.119 adet taşınmaz için toplamda 34.896 adet değerlendirme işlemi yapılmıştır (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2022).

Hazine taşınmazlarının yapılacak iş ve işlemlere esas olmak üzere değerlendirilmesi, emsal karşılaştırma, gelir ve maliyet yöntemi gibi klasik değerlendirme yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Hazine taşınmazlarının özel hükümler çerçevesinde yapılan bazı satışlar dışındaki satışlarında genel usul rayiç bedel üzerinden satıştır. Rayiç bedel kısaca, bir taşınmazın günün alım-satım fiyatları üzerinden piyasa değeridir. Hazine Taşınmazlarının İdaresi Hakkında Yönetmelikte 2014 yılında yapılan değişiklikler ile Hazine taşınmazlarının kiralanmasında, kullanma izni verilmesinde ve irtifak hakkı tesisinde tahmin edilen bedeller belirlenirken taşınmazın rayiç bedelinin yönetmelikte belirtilen belli oranlarının dikkate alınacağı hüküm altına alınmıştır.<sup>2</sup> Ayrıca 4706 sayılı Kanununun 4 üncü maddesine 2017 yılında eklenen fıkralar ile kamu konutlarının ekonomiyeye kazandırılmasına ilişkin düzenlemeler yapılmış, bu kapsamda 2019 yılının son ayları itibarıyla başlayan satışlarla birlikte bugüne kadar 76 ilde 10.877 adet kamu konutu rayiç bedel üzerinden ihale yoluyla satılmıştır (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2022). Böylece satışa sunulan kamu konutları ile birlikte Hazine, ikinci el konut piyasasında da rol almaya başlamıştır. Bu nedenlerle, hazine taşınmazlarının idaresinde rayiç bedelin mümkün olduğunca doğru şekilde tespit edilmesi her zamankinden daha önemli hale gelmiştir.

Bilindiği üzere, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı iş birliğinde hazırlanan “Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025”e ilişkin 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 20.08.2021 tarihli ve 31574 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. İlgili strateji belgesinde 6 stratejik öncelik ve bu öncelikler kapsamında 24 amaç belirlenmiştir. Bu amaçlardan birisi de kamu kurumlarında yapay zeka teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanımına yönelik yapısal ve yetkinlik dönüşümünün hızlandırılmasıdır (Cumhurbaşkanlığı, 2021). Bu çalışmanın amacı, hazine taşınmazlarının değerlendirilmesinde yapay zekâ uygulamalarının kullanılabilirliğinin gösterilmesidir. Bunun için Ankara İli, Etimesgut İlçesinde bulunan ve 2020 yılı Haziran-Aralık ayları arasında ihale yoluyla satışı gerçekleşen 787 adet kamu konutunun ihale bedellerinden ve özelliklerinden yola çıkarak R yazılımı ortamında yapay sinir ağları ile bir değerlendirme modeli tahmin edilmiştir. Klasik değerlendirme yöntemleri değer takdir eden kişilerin öznel yargılarından oldukça etkilenmektedir. İleri değerlendirme yöntemleri olarak da yararlanılan yapay zeka uygulamalarının hazine taşınmazlarının değerlendirilmesinde

<sup>1</sup> Hazine, genel bütçe kapsamındaki kamu idareleri açısından devlet tüzel kişiliğinin adını temsil etmektedir.

<sup>2</sup> Devlet politikaları gereği teşvik edilmek ve desteklenmek istenen sektörler ve faaliyetler için hazine taşınmazlarının bedelsiz

kullanılması veya bedelsiz devri söz konusu olabileceği gibi ecrimisil bedeli, harca esas değer ve emlak vergi değerinin esas alındığı yasal düzenlemelere de yer verilmektedir. Ancak, genel hükümler çerçevesinde hazine taşınmazlarının değerlendirilmesinde temel alınan değer rayiç değerdir.

kullanılması, değerlemede objektifliğin sağlanması ve rayiç bedelin daha doğru belirlenmesi açısından klasik değerlendirme anlayışına farklı ve yenilikçi bir alternatif sunmaktadır. Bu yönüyle çalışmanın yöntem ve sonuçlarının taşınmaz idaresi ve gayrimenkul değerlemesiyle ilgilenen kamu idarelerine ve ileride yapılacak benzer çalışmaları yürütecek araştırmacılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, milli emlak mevzuatında taşınmaz değerlemesine ilişkin yapılan düzenlemeler ve değerlendirme yöntemleri ortaya konulmuştur. Üçüncü bölümde, yapay sinir ağları yöntemi tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde, çalışma kapsamında kullanılan veriler, çalışma alanı ve kullanılan yöntem hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde, model tahmini yapılarak elde edilen bulgular tartışılmıştır. Son bölümde ise genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 2. MİLLİ EMLAK MEVZUATINDA DEĞERLEME

Değerleme, bir taşınmazın konu edileceği iş ve işlemlere esas olmak üzere (satış, vergileme, kamulaştırma, kredi temini vb.) konumu, fiziki özellikleri, hukuki durumu ve kullanım şekli dikkate alınarak değerlendirme zamanındaki parasal değerinin tespit edilmesi olarak tanımlanabilir. Her ne kadar kiralama, irtifak hakkı gibi işlemlere ilişkin düzenlenen milli emlak genel tebliğlerinde değerlendirme işlemlerine yönelik bazı esaslar belirtilmiş olsa da, milli emlak mevzuatında değerlendirme işlemleri temel olarak yürürlükte olan iki düzenleme ile ortaya konulmuştur. Bunlardan birisi, 29.08.2007 tarih ve 26628 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 313 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliğidir. Diğeri ise 2014 yılında yayımlanan “değerleme işlemleri” konulu 2014/1 Sıra No.lu Genelgedir. 313 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği (MEGT) hazinenin özel mülkiyetinde bulunan taşınmazların satış işlemlerine ilişkin esasları ortaya koymaktadır. 2014/1 sıra no.lu genelge ise uluslararası değerlendirme standartları dikkate alınarak hazine taşınmazlarına ilişkin yapılacak değerlendirme işlemleri konusundaki kriterleri oluşturmak, standart, ilke, yöntem ve teknikleri geliştirmek ve taşınmaz değerlemesinde izlenecek usul ve esasları belirlemek amacıyla düzenlenmiştir.

313 sıra sayılı MEGT, tarım arazisi olarak kullanılan hazine taşınmazlarının satışı için yapılacak değer tespitlerinde gelirlerin kapitalizasyonu kriterinin dikkate alınacağını ifade etmektedir. Gelirlerin kapitalizasyonu kriterine göre taşınmazın değeri, o taşınmazdan gelecekte elde edilebileceği varsayılan tüm gelirlerin değerlendirme zamanına biriktirilmesi yoluyla elde edilmektedir (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007).

$K$  = Arazinin değeri,

$R$  = Arazinin rantı,

$f$  = Kapitalizasyon faiz oranını ifade etmek üzere, gelirlerin kapitalizasyonu yöntemine göre yapılacak değerlendirmelerde kullanılacak formül şu şekilde gösterilmektedir (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007);

$$K = R/f \quad (1)$$

$H$  = Gayrisafi hâsıla,

$M$  = Yapılan masrafları ifade etmek üzere, arazinin rantı ( $R$ ) ise aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$R = H - M \quad (2)$$

Bu yöntemle göre yapılan değerlendirmelerde öncelikle arazinin rantı ve kapitalizasyon faiz oranının belirlenmesi gerekmektedir. Değerlemeye konu arazinin rantının hesabında kullanılacak masrafları oluşturan hususlar tarım faaliyetinin yapıldığı araziden alınan ürün çeşidine göre değişiklik göstereceğinden bu masraflar her bir ürün çeşidi için tarım faaliyetinin yapıldığı bölgeye göre kapitalizasyon faiz oranı ile birlikte ilgili Tarım İl Müdürlüklerinden sorularak tespit edilecektir. Böylece, ilgili kurumlardan sorularak belirlenen kapitalizasyon faiz oranı, arazi üzerinde bir dönemde alınabilen ürün çeşidi, bu ürünlerin satış fiyatı ile bu ürünlerin üretimi için yapılan masraflara bağlı olarak hazine mülkiyetindeki tarım arazilerinin değeri takdir edilecektir (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007).

313 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliğine göre imar planında konut veya ticaret alanı olarak ayrılan hazine taşınmazları için ise "Karşılaştırma Yöntemi" dikkate alınarak değerlendirme işlemleri yapılacaktır. Ancak karşılaştırma yönteminin kullanılabilmesi için gerekli bazı şartların sağlanması gerekmektedir. Bu şartlar, emsal olabilecek taşınmazlar ile değerlemeye konu taşınmazın; aynı bölgede bulunması, imar planında aynı amaca ayrılmış olması ve emsal taşınmazların son bir yıl içinde satışa konu edilmiş olmasıdır (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007). Bu yöntemde taşınmazların değerleri, taşınmazlara ait TAKS, KAKS,  $H_{Max}$  veya Emsal Oran ( $E$ ) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Emsal taşınmazların satış bedellerinin; emsal taşınmazların yüzölçümünün KAKS (veya TAKS ve KAKS/TAKS oranı ya da TAKS ve Kat Adedi) ile çarpılması sonucu bulunacak toplam inşaat alanına bölünmesiyle emsal taşınmazların  $m^2$  birim bedelleri hesaplanır. Hesaplanan her bir emsal taşınmazın  $m^2$  birim bedelleri toplanır ve emsal taşınmazların sayısına bölünerek ortalama  $m^2$  birim bedeli hesaplanır. Daha sonra emsal taşınmazların  $m^2$  birim bedellerinin aritmetik ortalaması, değerlemeye konu taşınmazın toplam inşaat alanı ile çarpılarak değer tespiti yapılır (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007). Buna göre,

$A_e$  = Emsal taşınmazın inşaat alanı,

$Y_e$  = Emsal taşınmazın yüzölçümü,

$KAKS_e$  = Emsal taşınmazın kat alanı kat sayısı,

$F_e$  = Emsal taşınmazın satış değeri,

$f_e$  = Emsal taşınmazın  $m^2$  değeri,

$\hat{f}_e$  = Emsal taşınmazların  $m^2$  değerlerinin ortalaması,

$X_e$  = Emsal taşınmaz sayısı,

$A_h$  = Hazine taşınmazının inşaat alanı,

$F_h$  = Hazine taşınmazının tahmini değerini ifade etmek üzere, karşılaştırma yöntemi ile yapılacak değerlendirmeler aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

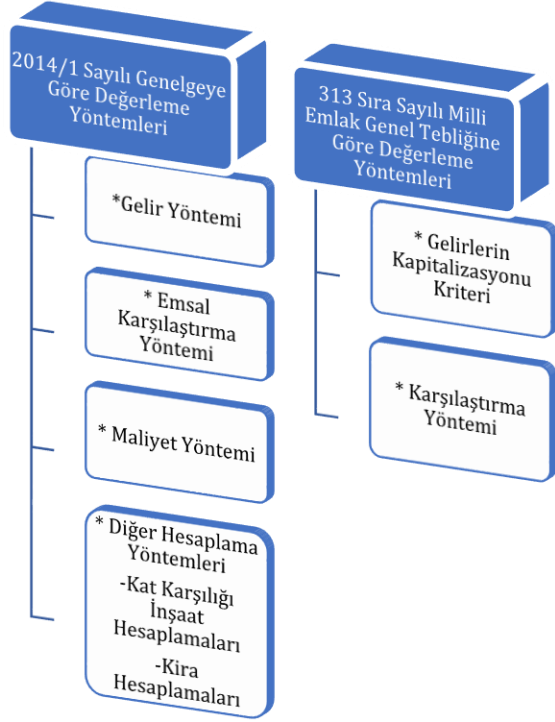
$$A_e = Y_e * KAKS_e \quad (3)$$

$$f_e = F_e / A_e \quad (4)$$

$$\hat{f}_e = \frac{\sum_{i=1}^x f_{e_i}}{x_e} \quad (5)$$

$$F_h = \hat{f}_e * A_h \quad (6)$$

313 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliğinde binalara ilişkin herhangi bir değerlendirme yöntemi belirtilmemekle birlikte taşınmaz üzerinde hazineye ait bina bulunması halinde bina değerinin, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca belirlenen yapı yaklaşık birim maliyetlerinden az olmamak üzere aşınma payı da dikkate alınarak tespit edileceği hüküm altına alınmıştır (313 Sıra Sayılı MEGT, 2007).



**Şekil 1.** Milli Emlak Mevzuatında Değerleme

2014/1 sayılı genelgede ise temel değerlendirme yöntemleri olarak emsal karşılaştırma, gelir ve maliyet yöntemi olmak üzere üç farklı yöntem öngörülmektedir. Emsal karşılaştırma yönteminde emsal taşınmazların satış değerleri dikkate alınarak değer tespiti yapılırken, gelir yönteminde taşınmazın gelir ve harcama verilerine göre hesaplanacak yıllık net gelir, belli bir kapitalizasyon oranı aracılığıyla değerlendirme tarihine indirgenerek değer tahmini yapılmaktadır. Bahsi geçen yöntemlerin esasında 313 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliğinde belirtilen “karşılaştırma yöntemi” ile “gelirlerin kapitalizasyonu kriterine” göre yapılan değerlendirme yöntemlerine karşılık geldiği açıktır. 2014/1 sayılı genelgede belirtilen bir diğer değerlendirme yöntemi ise maliyet yöntemidir. Bu yöntemde değerlemeye konu taşınmazın zemin değerine üzerinde bulunan yapıların maliyet bedeli eklenerek değerlendirme yapılmaktadır. 2014/1 sayılı genelgede hazine taşınmazlarının değerlemesinde, emsal karşılaştırma, gelir ve maliyet yöntemleri dışında kat karşılığı inşaat ve kira verilerine dayalı hesaplamalar gibi diğer değerlendirme yöntemlerine de başvurulabileceği ifade edilmektedir (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2014).

Son olarak, açıkça bir değerlendirme yöntemi olmamakla birlikte, hazine taşınmazlarına izinsiz inşa edilen yapıların bedelini belirlemeye yönelik olarak yapılacak işlemler 2015/1 sayılı Genelge ile ortaya konulmuştur.

Genelgenin amacı, 4706 sayılı Kanunun 5. Maddesinin 11. fıkrasında yer alan 19.07.2003 tarihinden sonra hazine taşınmazlarının üzerine izinsiz inşa edilen yapıların mülkiyetinin başka bir işleme gerek kalmaksızın hazineye intikal edeceği ve yapı yapanların herhangi bir hak ve tazminat talep edemeyeceğine ilişkin hükmün, yapı yapanların hak ve tazminat talep edemeyeceğine dair kısmının Anayasa Mahkemesince iptal edilmesi nedeniyle izinsiz yapıların bedelinin hesaplanmasına ilişkin esasların belirlenmesidir. Bu kapsamda, izinsiz yapılan yapının idarece değerlendirilmesine ihtiyaç varsa ve yapı korunacaksa yapı yapanlara yapı bedeli olarak yapı yaklaşık maliyet bedeli, müteahhitlik kârı ve yıpranma payı oranına göre hesaplanacak asgari levazım bedeli ödenecektir (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2015).

B = Asgari levazım bedeli,

M= Yapı yaklaşık maliyet bedeli,

m=Yapı yaklaşık birim maliyet bedeli,

K= Müteahhitlik kârı,

y= Yıpranma payı oranı,

A=Toplam inşaat alanı olmak üzere, malzeme bedelinin 0,70 alınması durumunda asgari levazım bedelinin hesaplanma şekli aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

$$B = 0,70 * (M - K) * (1 - y) \quad (7)$$

$$M = m * A \quad (8)$$

$$K = M * 0,25 \quad (9)$$

Eğer izinsiz yapılan yapı yıkılması gereken yapılardan olup korunmayacaksa yapı yapanlara ödenecek yapı bedeli, asgari levazım bedelinden net yıkım bedelinin çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2015).

Y= Yapı bedeli,

B=Asgari levazım bedeli,

N=Net yıkım bedeli,

t=Yıkım masrafı,

s=Enkaz bedeli olmak üzere yapı bedelinin hesaplanış şekli aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

$$Y = B - N \quad (10)$$

$$N = t - s \quad (11)$$

### 3. BİR DEĞERLEME YÖNTEMİ OLARAK YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin biyolojik ağlarından ve sinir sistemini oluşturan nöronlardan esinlenerek tasarlanan ve verilen örneklerden öğrenerek istenilen görevleri ve hesaplamaları gerçekleştiren yapay zekâ sistemleri olarak tanımlanabilir.

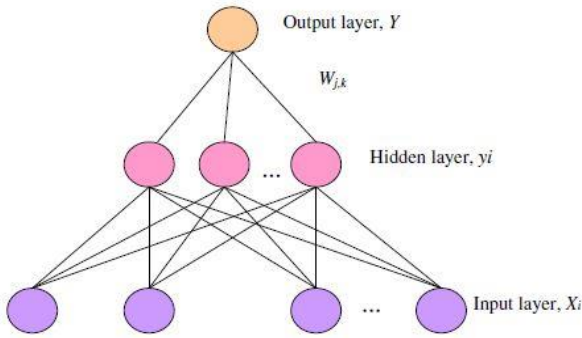
Tarihsel olarak bakıldığında, ilk YSA modeli McCulloh & Pitts tarafından 1943 yılında beynin hesaplama yeteneği taklit edilerek elektrik devreleri ile ortaya konulmuştur (Yılmaz, 2021). İlk uygulamalarından bu yana YSA çalışmaları önemli aşamalardan geçerek gelişimine devam etmiştir. 1990'lı yılların başlarına kadar taşınmaz alanındaki araştırmacıların ilgisini çekmeyen YSA yöntemi (Wong vd. 2002) bu tarihten itibaren birçok alanda olduğu gibi değerlendirme alanında da gittikçe ilgi gören bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Hem regresyon hem de

sınıflandırma problemlerinde kullanılabilen YSA, güçlü ve esnek yanlarıyla birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir.

YSA genellikle girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi yönlendiren veya kısıtlayan öncül (a priori) bir teori olmadan, tıpkı bir insan beyninin benzer uyaranları tekrarlayarak öğrenmesi gibi kendisini girdi ve çıktı verileriyle eğitir. Modelin amacı ise girdiler ile çıktı arasındaki belirli ilişkilerin ortaya konulmasından ziyade tahmin edilen çıktının nihai doğruluğudur (Worzala vd., 1995).

YSA sonuçları öğrenilebilir, genelleştirebilir ve yüksek düzeyde eksikliğe veya mevcut verilerin eksikliğine yanıt verirler. Doğrusal olmadıkları için geleneksel matematiksel yaklaşımlara dâhil edilmesi zor olan öznel bilgileri değerlendirebilirler. Ayrıca, karmaşık sistemlerde öne çıkan yetenekleri belirgindir (Çetkovič vd., 2018).

YSA, mimari yapı, öğrenme algoritması ve aktivasyon fonksiyonu olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Sinir ağı mimarisi; katmanları, nöronları ve bu nöronlar arasındaki bağlantıları ifade etmektedir. En yaygın kullanılan çok katmanlı sinir ağı mimarisinde giriş katmanı, çıkış katmanı ve bir veya daha fazla gizli katman bulunmaktadır. Bu mimaride, bir katmandaki her nöron kendi katmanındaki nöronlar ile hiçbir bağlantı kurmazken bir sonraki katmanın tüm nöronları ile bağlantılıdır (Yalçır, 2018). Şekil 2’de girdi katmanı (input layer), gizli katman (hidden layer) ve çıktı katmanından (output layer) oluşan üç katmanlı bir YSA modeli gösterilmektedir.

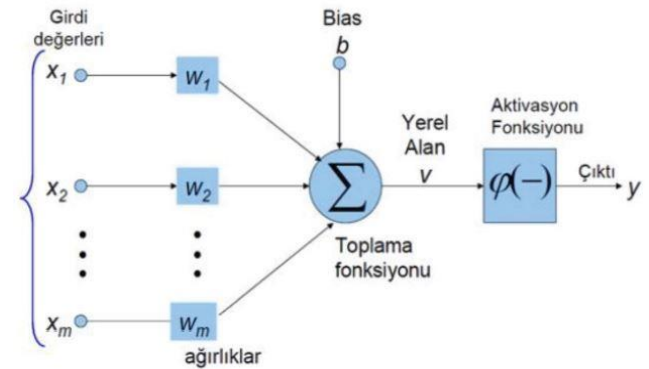


Şekil 2. Yapay Sinir Ağı Modeli (Selim, 2009)

Girdi katmanı YSA’ya girdi olan bağımsız değişkenlerin verilerini işleyerek bir sonraki ağı katmanına iletirken gizli katman, önceki katmanlardan gelen çıktıları işler ve bir sonraki katmana iletir. Çıktı katmanı ise önceki gizli katmanın çıktıları işler ve çıktı olarak bağımlı değişkenin değerini verir (Štubňová vd., 2020). Gizli katmanlar iki işlem içerir; ağırlıklı toplama fonksiyonları ve aktivasyon fonksiyonları. Bu işlevlerin her ikisi de girdi verilerinden gelen değerleri örneğin bir konut değerlendirme modeli girdilerini ele alırsak konut özelliklerini çıktı ölçüleriyle (satış fiyatı) ilişkilendirir (Pagourtzi vd., 2003).

Temel çalışma prensibi, ağı girdi olarak sunulan veri setinin çıktı olarak tanımlanan değişken ile olan ilişkisini en iyi tanımlayan süreci ortaya çıkarmak için ağırlık değerlerini ayarlamak olan bir YSA algoritması bu işlemi

gerçekleştirmek için eğitim sürecine gizli katmanlardaki her bir düğüm için rastgele belirlenmiş veya eşit olarak varsayılan ağırlıklar ile başlar. Her model eğitiminde modele girilen taşınmaz özelliklerine ilişkin girdi değişkenlerinin değerleri ağ tarafından toplanarak tahmin edilen çıktı değerlerine dönüştürülür. Model daha sonra tahmini fiyatı gerçek fiyatla karşılaştırarak bir tutarsızlığın olması durumunda tahmin hatasını en aza indirmek için gizli katman ağırlıklarını geriye doğru çalışarak yeniden ayarlar. Eğitim süreci boyunca YSA modelleri her yeni taşınmaza ait girilen veriler için bu adımları tekrarlayarak toplam tahmin hatasını en aza indirmek amacıyla gizli katman ağırlıklarını ayarlar. Modelin hata düzeyi varsayılan hata düzeyine veya araştırmacı tarafından önceden belirlenmiş olan hata eşiğine eriştiğinde ağ eğitimi durdurur. Hata eşiğine ihtiyaç duyulmasının sebebi ağır aşırı eğitilerek verileri ezberlemesine engel olmaktadır. Böyle bir durumda modelin yeni bir taşınmaza ilişkin tahmin yeteneği önemli ölçüde bozulacaktır (Taffese, 2007).



Şekil 3. Yapay Sinir Ağı Yapısı (Yılmaz, 2021)

Şekil 3’de YSA’nın yapısı gösterilmektedir. Burada,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  girdi değişkenleridir.  $w_1, w_2, \dots, w_n$  ise ilgili girdilerin ağırlıklarıdır. Rasgele veya eşit olarak belirlenen ağırlıklar girdilerle çarpılıp toplama fonksiyonu ile toplanır.  $b$  (bias) ise net girdileri oluşturmak için ağırlıklı girdilerle toplanan yanlıktır. Bias ve ağırlıklar, nöronun ayarlanabilir parametreleridir. Bu parametreler, bazı öğrenme kuralları kullanılarak ayarlanırlar. Toplama işlemi sonucu elde edilen değerler aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışa ulaşır. Bir nöronun çıktısı  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında değişebilir. Aktivasyon fonksiyonun görevi nöronların çıktıları belirli değerler arasında sıkıştırmaktır. Doğrusal olmayan problemlerin çözümünü sağlayan aktivasyon fonksiyonu kısaca, girdileri çıktıya eşleyen bir mekanizmadır.

YSA’nın birçok avantajının yanında dezavantajları da mevcuttur. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Yılmaz & Kaya, 2021; Yılmaz, 2021):

- Öncelikle modelde ağı yapısı deneme yanılma yoluyla belirlenmektedir,
- Çözülecek probleme uygun nöron ve katman sayısının belirlenmesi hesaplama yükünü etkilerken gereksiz katman sayısı hesaplama süresini etkilemektedir,

- Ağ eğitimi için verilerin seçiminde herhangi bir kural yoktur ve seçilen verilerdeki girdilerle çıktılarının uyumlu olması gerekmektedir,
- Ağ içerisinde bilginin yorumlanması ve çözümü zordur,
- Ayrıca YSA'nın donanım bağımlı olması diğer bir dezavantajlı durumdur.

Literatürde YSA yönteminin taşınmaz değerlendirme alanında kullanıldığı çalışmalar genellikle iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunların ilki, YSA uygulama sonuçlarının diğer taşınmaz değerlendirme yöntemlerinin sonuçlarıyla karşılaştırarak performans değerlendirmesi yapan çalışmalar şeklindedir. Diğerleri ise taşınmaz değerlendirmede YSA uygulamalarının örneklendirildiği çalışmalardır.

Yılmaz vd. (2018), Eskişehir ilinde satılık konut fiyatlarının tahmininde YSA modelleri kullanarak fiyat tahminleri gerçekleştirmişlerdir. Bunun için konutların fiziksel özelliklerinin yanında konumuna ve bazı ulaşım araçlarına uzaklıklarına ilişkin değişkenlerin de kullanıldığı YSA modelleri kurulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre YSA'nın konut fiyatlarının tahmininde etkili bir araç olduğu görülmüştür.

Ulvi & Özkan (2019), YSA ve bulanık mantık yöntemlerine göre oluşturulan modeller ile Konya ili, Selçuklu İlçesi, Yazır Mahallesi'nde bulunan toplamda 200 adet taşınmazın satış fiyatlarının tahmin değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında bina yaşı, kat sayısı, konutun bulunduğu kat, konutun cephesi, oda sayısı, daire büyüklüğü, ısıtma türü ve sosyal tesise olan uzaklık açıklayıcı değişkenler olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre YSA ile hesaplanan değerlerin piyasa değerlerine daha yakın olduğu görülmüştür.

İlhan & Öz (2020), YSA yönteminin Ankara ili, Gölbaşı ilçesinde bulunan arsaların toplu değerlendirilmesindeki uygulanabilirliğini değerlendirmiştir. YSA'nın tahmin başarısı hakkında karşılaştırma yapabilmek için ayrıca çoklu regresyon analizi de yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre, YSA modelinin daha iyi tahmin yaptığı ancak model parametrelerinin yorumlanmasında yetersiz kaldığı anlaşılmıştır.

Tabar vd. (2021), YSA ve çoklu regresyon yöntemi ile Tokat ili, merkez Karşıyaka Mahallesi'nde bulunan 176

adet konuta ilişkin veri seti ile fiyat tahminleri yapmıştır. Veriler bir emlak satış sitesinden elde edilmiştir. Çalışma kapsamında YSA ile yapılan tahminlerin doğruluk değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Dogan vd. (2022), Ankara'nın Keçiören ilçesinde bulunan farklı mahallelerdeki 149 adet satılık konutun satış değerlerini tahmin etmek için rayiç değer belirlenmesinde etkili olan 11 adet değişkeni sayısallaştırarak YSA modelleri oluşturmuşlardır. Veriler Türkiye'de gayrimenkul satışlarının yapıldığı bir e-ticaret sitesinden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre konut rayiç fiyatlarının belirlenmesinde doğruluk oranı %91.59 olarak hesaplanarak YSA'nın başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çınar & Ünel (2022), Mersin İli, Erdemli İlçesi, Sarıkaya Mahallesi'nde bulunan 414 adet 2/B arazisinin resmi değerlerinden yola çıkarak çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları ile modeller oluşturmuşlardır. Ulaşılan sonuçlara göre YSA modelinin resmi değerlere daha yakın değerler verdiği anlaşılmıştır.

Tablo 1' de ise taşınmaz değerlendirilmesinde bazı YSA çalışmalarının özet sonuçları gösterilmektedir. Tablodan görüldüğü üzere taşınmaz değerlendirilmesinde YSA uygulamalarının genellikle başarılı sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

**Tablo 1.** Taşınmaz Değerlendirmede Bazı YSA Çalışmalarının Özet Sonuçları (Abidoye & Chan, 2017)

Yazarlar	Ülke	Örneklem Boyutu	Bulguların Özeti
Do & Grudnitski (1992)	ABD	163	YSA diğer yaklaşımlardan iki kat daha iyi performans göstermiştir.
Tay & Ho (1992)	Singapur	1055	YSA uygulaması kolaydır ve diğer değerlendirme modellerine bir alternatif olarak hizmet eder.
Worzala vd. (1995)	ABD	288	YSA diğer yaklaşımlardan daha iyi değildir, taşınmaz değerlendirilmesinde YSA uygulanırken dikkatli olunmalıdır.
McCluskey (1996)	Kuzey İrlanda	416	YSA güvenilir ve kabul edilebilir tahminler üretmiştir.
Rossini (1997)	Güney Avustralya	334	Bulgu kesin değildir ancak taşınmaz değerlendirilmesinde YSA'nın beklentileri konusunda iyimserlik vardır.
Jenkins, Lewis, Almond, Gronow, ve Ware (1999)	Birleşik Krallık	990	YSA değerlendirme doğruluğunu artırmak için umut verici beklentilere sahiptir.
Cechin vd. (2000)	Brezilya	1600	YSA tahminlerinin hatası diğerlerine göre üç kat daha azdır.

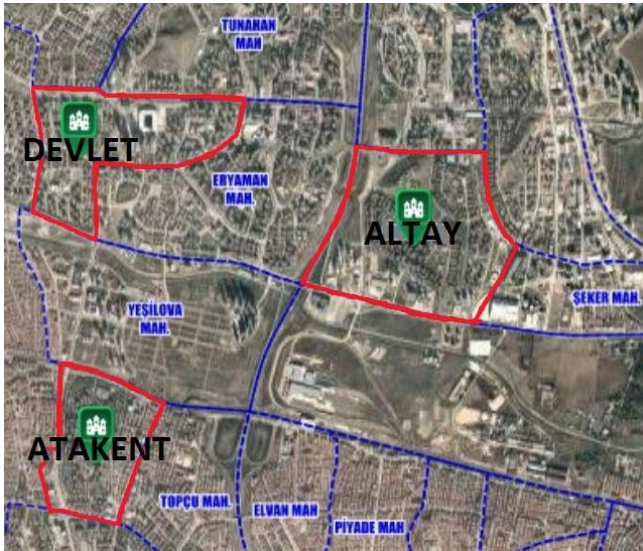
Tablo 1'in devamı

Yazarlar	Ülke	Örneklem Boyutu	Bulguların Özeti
Wong vd. (2002)	Hong Kong	251	YSA geleneksel yaklaşımlara iyi bir alternatif değerlendirme tekniğidir.
Mora-Esperanza (2004)	İspanya	100	YSA taşınmaz değerleri ve özellikleri arasındaki doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkiyi işleyebilir.
Limsombunchao vd. (2004)	Yeni Zelanda	200	YSA diğer değerlendirme tekniklerinden daha iyi performans gösterir.
Sarip (2005)	Malezya	138	YSA doğru değerlendirme tahminleri üretir.
Xie & Hu (2007)	Çin	200	YSA değerlendirme tekniği diğer bazı tekniklerden üstündür.
Özkan, Yalpır & Uygunol (2007)	Türkiye	170	YSA tahminleri gerçek piyasa değerlerine yakındır.
Pagourtzi vd. (2007)	Yunanistan	141	YSA tekniği doğru tahmin üretir.
Mousa & Saadeh (2010)	Ürdün	891	YSA umut verici bir değerlendirme tekniğidir.
Kontrimas & Verikas (2011)	Litvanya	100	YSA diğer değerlendirme tekniklerinden daha iyi değildir.
Lai (2011)	Tayvan	2471	YSA diğer değerlendirme yaklaşımlarından daha iyi performans gösterir.
Sampathkumar vd. (2015)	Hindistan	252	YSA tahminleri daha doğrudur.

#### 4. ÇALIŞMA ALANI VERİ VE YÖNTEM

Ankara'nın metropol ilçelerinden birisi olan Etimesgut, kuzeyinde Yenimahalle, güneyinde Gölbaşı ve Sincan, doğusunda Çankaya, batısında Sincan ilçeleri ile çevrilidir. Daha önce Yenimahalle İlçesine bağlı iken 20.05.1990 tarihli ve 20523 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 3644 sayılı kanun ile ilçe statüsünü kazanan Etimesgut, konumu, mevcut altyapısı ve yerleşim alanları ile Ankara'nın öne çıkan ilçeleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, Etimesgut İlçesi; Devlet,

Atakent, Altay ve Atayurt Mahallelerinde bulunan ve 2020 yılının Haziran-Aralık ayları arasında ihale yoluyla satışı gerçekleşen 787 adet kamu konutuna ilişkin veri seti kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yer alan konutların bulunduğu mahalleler Şekil 4a ve Şekil 4b'de gösterilmektedir. Etimesgut İlçesinin daha merkezi konumlarında bulunan Devlet, Altay ve Atakent mahallelerine karşılık Atayurt mahallesi konumu itibariyle daha az merkezi özellikler göstermektedir.



(a)



(b)

Şekil 4. Çalışma Alanı

Kamu konutlarının satışına ilişkin usul ve esaslar 385 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği ile düzenlenmiştir. Buna göre, satış ihaleleri 2886 sayılı Devlet İhale Kanununun 45. Maddesine göre açık teklif usulüyle yapılmıştır. Konutların ihale ilanları günlük gazete, web sitesi, ilan panosu gibi ortamlarda ilan edilerek duyurulmuştur. Açık teklif usulünde konut, ihale ilanında belirtilen tahmin edilen bedelden başlamak üzere en yüksek teklifi veren istekliye

satılmaktadır. Ancak kamu konutu satışlarına ilişkin yapılan yasal düzenlemelere göre konutta öncelikli alım hakkı var ise ihalede oluşan bedel ihale sonrasında öncelikli alım hakkı sahibine resmi bir yazı ile bildirilmektedir. İhale tarihi itibariyle adlarına görev, sıra ve hizmet tahsisli kamu konutu tahsis edilen (şartlı tahsisler dâhil) ve fiilen konutta oturanlar yasaya göre öncelikli alım hakkı sahibi olarak tanımlanmaktadır. Öncelikli alım hakkı sahibi kendisine yazılan resmi yazının tebliğ tarihinden itibaren 15 gün içerisinde

öncelikli alım hakkını kullanırsa konutun satışı onun adına gerçekleştirilmektedir. Öncelikli alım hakkının hak sahibince kullanılmaması durumunda satış en yüksek teklifi veren istekliye yapılmaktadır. Öncelikli alım hakkı sahibinin öncelikli alım hakkının bulunduğu konutun ihalesine girmek istemesi durumunda ve ihalenin öncelikli alım hakkı sahibinin üzerinde kalması halinde satış onun adına gerçekleşeceği gibi ihaleden çekilmesi durumunda da yine ihale sonucunda verilen en yüksek teklif kendisine resmi yazı ile bildirileceğinden istemesi durumunda öncelikli alım hakkını kullanabilmektedir. Öncelikli alım hakkı olmayan konutlarda ise satış en yüksek teklifi veren istekliye yapılmaktadır.

**Tablo 2.** Değişkenler ve Tanımları

Değişken Adı	Tanımları
Yüzölçümü (m <sup>2</sup> )	Konutun bulunduğu parselin m <sup>2</sup> cinsinden büyüklüğü
Daire Yüzölçümü(m <sup>2</sup> )	Dairenin m <sup>2</sup> cinsinden büyüklüğü
Kat	Konutun bulunduğu kat
Kat sayısı	Konutun bulunduğu binadaki toplam kat sayısı
Yaş	Konutun yaşı
Asansör	Konutun bulunduğu binada asansör var ise 1, yok ise 0 değerini alan kukla değişken
Yangın Merdiveni	Konutun bulunduğu binada yangın merdiveni var ise 1, yok ise 0 değerini alan kukla değişken
Oda	Konutta bulunan toplam oda sayısı (salon dâhil)
Kızılay	Konutun Kızılay' a metre cinsinden kuş uçuşu uzaklığı
Avm	Konutun en yakın alışveriş merkezine metre cinsinden kuş uçuşu uzaklığı
Öncelikli Alım	Konutta öncelikli alım hakkı var ise 1, yok ise 0 değerini alan kukla değişken
Atayurt	Konut Atayurt mahallesinde ise 1, değilse 0 değerini alan kukla değişken
Altay	Konut Altay mahallesinde ise 1, değilse 0 değerini alan kukla değişken
Atakent	Konut Atakent mahallesinde ise 1, değilse 0 değerini alan kukla değişken
Devlet	Konut Devlet mahallesinde ise 1, değilse 0 değerini alan kukla değişken
İhale Bedeli(TL)	Konutun ihale sonucu oluşan satış fiyatı

Tablo 2'de çalışma kapsamında kullanılan veri setinde yer alan değişkenler ve tanımları gösterilmektedir. Yapılan tahminlerde nicel değişkenler ve kukla değişkenler olmak üzere iki farklı değişken tipi kullanılmıştır. Konutların fiziki özellikleri, tahmin edilen bedellerinin belirlenmesi için düzenlenen gayrimenkul değerlendirme raporlarından elde edilmiştir. Konutların değerlendirilmesi özel bir gayrimenkul değerlendirme firmasının emsal karşılaştırma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Gayrimenkul değerlendirme raporları ve ihale bedelleri Başkent Milli Emlak Dairesi Başkanlığı Kale Emlak Müdürlüğü'nün idari kayıtlarından temin edilmiştir. Konutların konumlarını modele dâhil edebilmek için mahallelere ilişkin kukla değişkenler oluşturulmuştur. Mesafe değişkenleri yazar tarafından metre cinsinden kuş uçuşu olarak hesaplanmıştır. Tahmin edilen modellerde konut satış fiyatları (ihale bedelleri) bağımlı değişken olarak belirlenmişken konut özellikleri

açıklayıcı değişkenler olarak belirlenmiştir. Kamu konutu satışlarında iki farklı alıcı tipi bulunduğundan ödeme şekilleri de farklılık arz etmektedir. Eğer bir konutu öncelikli alım hakkı sahibi satın aldı ise ve satış bedelini peşin ödemek isterse satış bedeline %10 indirim uygulanmaktadır. Öncelikli alım hakkı sahibinin konutu taksitle satın almak istemesi durumunda ise ihale bedelinin en az %20'si peşin, kalanı 5 yılda ve 60 taksitle, en az %25'i peşin, kalanı 7 yılda ve 84 taksitle veya en az %30'u peşin, kalanı 10 yılda 120 taksitle ödenebilmektedir. Öncelikli alım hakkı sahibinin kamu konutunu taksitle satın alması durumunda kalan borç faizsiz ödenmektedir. Ancak borç bakiyesi ve aylık taksitler yılda 2 kez (her yılın ocak ve temmuz aylarında), TÜİK tarafından her ay için belirlenen tüketici fiyatları endeksi (TÜFE) aylık değişim oranında artış yapılarak güncellenmektedir. Yapılan hesaplamalarda aylık değişim oranları toplamının yıllık %12'yi geçmesi durumunda ise geçen kısım hesaba katılmamaktadır. Konut satışının öncelikli alım hakkı sahibi dışında birisine yapılması durumunda, satış bedeli peşin veya en az %25'i peşin, kalanı en fazla 2 yılda taksitler halinde yasal faizi ile birlikte ödenmektedir.

YSA modellerinin en önemli özelliği öğrenilme yeteneği olduğundan bu sürecin başarıyla sonuçlanabilmesi probleme uygun veri setinin seçilmesi ile doğrudan ilişkilidir (Yılmaz, 2021). Kamu konutu satışlarında konutu satın alan kişiye göre ödeme şekillerinde kanunla getirilen farklılıkların ihalelerde rekabet şartlarını olumsuz yönde etkilemesi, "öncelikli alım hakkının" kamu konutu fiyatlarının belirleyicileri arasında yer almasına neden olmuştur (Altun, 2022). Bu nedenle, öncelikli alım hakkına fiyatı açıklayan değişkenler arasında yer verilmiştir. Bunun için öncelikli alım hakkı sahibinin satın aldığı konutlarda öncelikli alım hakkının olduğu, öncelikli alım hakkı sahibi olmayanların satın aldığı konutlarda ise öncelikli alım hakkının olmadığı şeklinde tanımlanan bir kukla değişken oluşturulmuştur.

Tablo 3'te çalışma kapsamında kullanılan veri setine ait bazı temel istatistikler gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Konutlara İlişkin Temel İstatistikler

	Min.	Max.	Std. Sapma
Yüzölçümü(m <sup>2</sup> )	5.476	65.151	7.565,25
Daire alanı (m <sup>2</sup> )	72	120	11,99
Oda sayısı	3	4	0,34
Yaş	8	38	9,66
Kat sayısı	5	17	3,91
İhale bedeli	115.100	375.500	44.675,64

Tablo 3'te görüldüğü üzere çalışma kapsamında kullanılan konutların bulunduğu parsellerden en büyük yüzölçümüne sahip parsel 65.151 m<sup>2</sup> iken en küçük parsel 5.476 m<sup>2</sup>'dir. En büyük daire 120 m<sup>2</sup>, en küçük daire ise 72 m<sup>2</sup>'dir. Veri seti, salon dâhil 3 ve 4 odalı konutlardan oluşmaktadır. Veri setindeki en eski konutlar 38 yıllık iken en yeni konutlar 8 yıllıktır. En yüksek bina 17 katlı, en alçak bina ise 5 katlıdır. En yüksek fiyata satılan konut 375.500 TL 'ye satılmışken en düşük fiyata satılan konut 115.100 TL'ye satılmıştır.



Çalışma kapsamında YSA modeli tahmini için R programı kullanılmıştır. R, istatistiksel hesaplama ve grafiksel gösterimler için tasarlanmış açık kaynak kodlu ve ücretsiz bir yazılım ortamıdır. Aynı zamanda bir programlama dili olan R, birçok avantajı nedeniyle araştırmacılar ve veri bilimciler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bünyesinde birçok kütüphaneyi de barındıran R yazılımında YSA modelinin oluşturulması için “neuralnet” paketi kullanılmıştır. Öncelikle, YSA modelleri değişkenlerin değerlerine karşı oldukça duyarlı olduğundan veri setinin ölçeklendirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde bir değişken, yalnızca ölçeği nedeniyle tahmin değişkeni üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilecektir. Bu durum ise tahmin değerlerinin anlamsız olmasına yol açabilecektir. Verileri ölçeklendirmek için en yaygın yöntemler, min-maks normalleştirme ve z-skor normalleştirme yöntemleridir. Min-maks normalleştirme yöntemi verileri ortak bir aralığa dönüştürmektedir. Bunun için dönüştürülecek değişkenden o değişkenin aldığı minimum değer çıkarılır ve bulunan sonuç aralık değerini bölünür ( $(X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ). Z-skor normalleştirme yönteminde ise dönüştürülecek değişkenden ortalama değer çıkarılıp bulunan değer standart sapmaya bölünmektedir ( $(X - \text{Mean}) / \text{Std}$ ). Bu çalışma kapsamında verileri ölçeklendirmek için z-skor normalleştirme yöntemi kullanılmıştır. Ölçeklendirme işleminden sonra veriler eğitim ve test seti olarak iki gruba ayrılmıştır. Eğitim seti bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi bulmak için kullanılırken, test seti modelin performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Veri setinin %80’i eğitim seti olarak, kalan %20’lik kısmı ise test seti olarak ayrılmıştır. Verilerin eğitim ve test setine ayrılması rastgele örnekleme kullanılarak yapılmıştır. Bunun için “sample ( )” fonksiyonu kullanarak R üzerinde rastgele örnekleme yapılmıştır. Her seferinde aynı rastgele örneği oluşturmak için “set.seed ( )” fonksiyonu kullanılmıştır. Böylece 629 veri ile eğitim seti, 158 veri ile test seti rastgele örnekleme yolu ile oluşturulmuştur. Makine öğrenmesi (machine learning) yaklaşımı çerçevesinde oluşturulacak YSA’nın öğrenme sürecinde gözetimli öğrenme (supervised learning) süreci işletilecektir. Gözetimli öğrenmede veriler ve verilerden elde edilen sonuçlar ağa girdi olarak sunularak mevcut verilerden elde edilen bilgiler ile bir fonksiyon oluşturulması sağlanmaktadır. Böylece, ağın veriler arasındaki ilişkiyi sonuç değerine ulaşacak şekilde öğrenmesi amaçlanmaktadır.

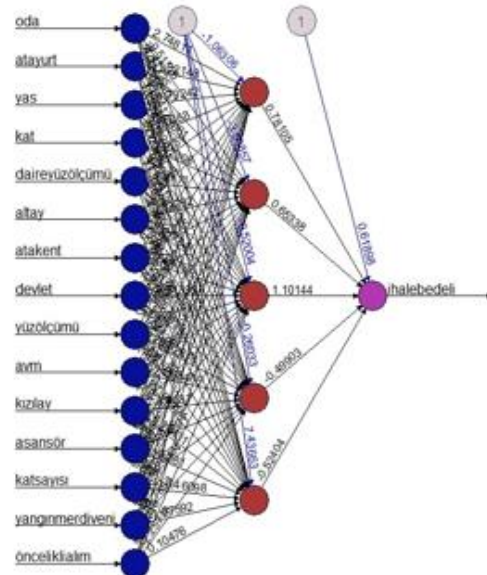
## 5. BULGULAR

Etmesgut İlçesi; Devlet, Altay, Atakent ve Atayurt Mahallelerinde bulunan kamu konutlarına ilişkin verilerin rastgele örnekleme ile oluşturulan eğitim setinden yola çıkarak “lojistik” ve “tanh” aktivasyon fonksiyonlarının kullanıldığı farklı YSA modelleri oluşturulmuştur. YSA modellerinde nöron ve katman sayısı hesaplama yükünü ve hesaplama süresini etkilediğinden tek gizli katmandan oluşan ve nöron sayısı 1 ile 21 arasında değerler alan farklı modeller ile sınırlı kalmak üzere çeşitli tahminler gerçekleştirilmiştir. Önce “lojistik” aktivasyon fonksiyonu kullanılarak nöron sayısı 1 ile 21 arasında artırılmış ve hesaplanan  $R^2$ , RMSE ve

MAE değerleri ile modeller karşılaştırılmıştır. Daha sonra aynı işlemler “tanh” aktivasyon fonksiyonu kullanılarak tekrarlanmış ve oluşturulan modeller  $R^2$ , RMSE ve MAE değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Deneme yanılma yoluyla uygun model olarak “tanh” aktivasyon fonksiyonunun kullanıldığı 1 gizli katmandan oluşan ve gizli katmanında 5 nöron bulunan aşağıdaki model belirlenmiştir. Test setinden elde edilen değerlerin tutarlılığı önemli olduğundan (Çınar & Ünel, 2022) en uygun model belirlenirken eğitim setinden elde edilen model metrikleri de göz önünde bulundurularak test setinden elde edilen en yüksek  $R^2$  değeri ile en düşük RMSE ve MAE değerleri dikkate alınmıştır. Seçilen YSA modeli neuralnet paketinde şu şekilde kurulmuştur:

“neuralnet (ihalebedeli ~ oda + atayurt + yaş + kat + daireyüzölçümü + altay + atakent + devlet + yüzölçümü + avm + kızılaiy + asansör + katsayısı + yanginmerdiveni + öncelikliailim, data = trainset, stepmax = 1e+07, rep = 2, hidden = 5, threshold = 0.01, act.fct = "tanh", linear.output = TRUE)” (12)

Yukarıdaki modelde bağımlı değişken “ihale bedeli” iken bağımsız değişkenler (~) sembolünün ardından her bir değişkenin önüne (+) işareti gelecek şekilde modele eklenmiştir. Veri seti (data) olarak daha önce gruplandırığımız eğitim seti (trainset), ağır eğitimi için maksimum adım sayısı (stepmax) ise 1e+07 olarak belirlenmiştir. Maksimum adım sayısı eğitim süreci boyunca ulaşılacak maksimum işlem sayısıdır. Eğitim süreci boyunca hata eşliğine ulaşılmaya bile maksimum adım sayısına ulaşıncaya eğitim sonlanmaktadır. Ağın eğitimi için gerçekleştirilen tekrar sayısı (rep) ise 2 olarak belirlenmiştir. Oluşturulan YSA modelinde gizli katman sayısı 1’dir. Gizli katmanda 5 nöron vardır. Durdurma kriteri olarak da bilinen eşik değeri (threshold) ise varsayılan değer olan 0.01 olarak belirlenmiştir. Tahmin problemimiz bir regresyon problemi olduğundan “linear.output=TRUE” olarak seçilmiştir. Bu durumda çıkış nöronlarında aktivasyon fonksiyonunun uygulanmayacağını unutmamak gerekir (RD, 2022). YSA modeline ilişkin diğer parametreler ise varsayılan değerleri ile modele dâhil edilmiştir.



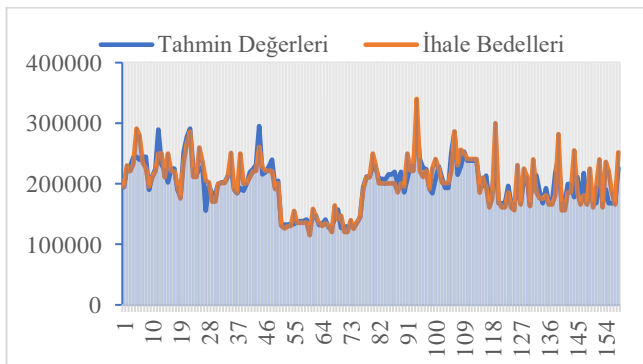
Şekil 5. Tahmin Edilen YSA Modelinin Mimari Yapısı

Şekil 5’de oluşturulan YSA modelinin mimari yapısının görselleştirilmiş hali görülmektedir. Şekil 5’de görüldüğü üzere 1 gizli katmandan oluşan ağda girdi katmanı YSA’ya girdi olarak sunulan 15 adet bağımsız değişkenden oluşmaktadır. Gizli katman ise 5 nöronlu oluşmaktadır. Deneme yanılma yoluyla uygun model belirlendikten sonra seçilen YSA modelinin test seti üzerinden performansının değerlendirilmesi aşamasına geçilmiştir. Tablo 4’de eğitim seti ve test setinden elde edilen modellerin bazı model performans metrikleri gösterilmektedir. Buna göre,  $R^2$  değeri 0 ile 1 arasında değer alan bir katsayıdır. Tahmin edilen modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu gösteren  $R^2$  katsayısı ne kadar yüksek değer alır ise tahmin edilen modelin uyumu o kadar iyidir. Eğitim setinin kullanıldığı tahminlerde  $R^2$  değeri 0,86 olarak hesaplanmışken test seti ile yapılan tahminlerde  $R^2$  değeri 0,79 olarak hesaplanmıştır. Hata kareler ortalamasının karekökünün (RMSE) ise küçük değerler alması tahmin edilen modellerin performansının iyi olduğunun göstergesidir. Benzer şekilde hatanın mutlak ortalamasının (MAE) da küçük değerler alması tahmin performansının iyi olduğunun diğer bir göstergesidir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise tahmin hatasını yüzde olarak göstermesi açısından işlevseldir. Literatürde, hesaplanan MAPE değerine göre modeller; %10’un altında değer alırsa “çok iyi”, %10 ile %20 arasında değer alırsa “iyi”, %20 ile %50 arasında değer alırsa “kabul edilebilir”, %50’nin üzerinde değer alırsa “yanlış ve hatalı” olarak sınıflandırılır (Çuhadar vd. 2009; Aslay & Özen, 2013). Tablo 4’de görüldüğü üzere eğitim setinden elde edilen modelin tahmin performansı daha yüksektir. Bununla birlikte, test seti ile yapılan tahminlerin de iyi performans gösterdiği rahatlıkla söylenebilir.

**Tablo 4.** Model Metrikleri

	$R^2$	RMSE	MAE	MAPE
<b>Eğitim Seti</b>	0,86	0,37	0,24	2,30
<b>Test Seti</b>	0,79	0,43	0,29	4,94

Tahmin işlemleri gerçekleştirildikten sonra tahmin değerlerinin gerçek değerlerle karşılaştırılabilmesi için ölçeklendirme işlemi tersine işletilerek tahmin değerlerine ulaşılmıştır. Şekil 6’da test setinde yer alan ihale bedelleri (gerçek değerler) ile test setinden yola çıkarak YSA modeli ile tahmin edilen tahmin değerleri grafik üzerinde karşılaştırılmaktadır. İhale bedelleri (gerçek değerler) kırmızı çizgi ile gösterilirken tahmin değerleri mavi çizgi ile gösterilmektedir.

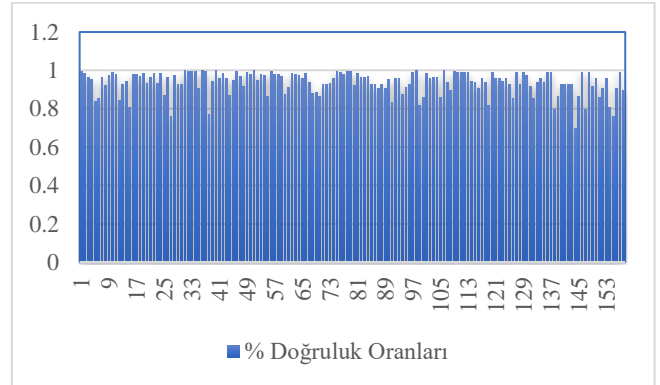
**Şekil 6.** İhale Bedelleri ile Tahmin Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 5’de ise test setinden yola çıkarak oluşturulan YSA modelinin tahmin sonuçlarının ihale bedelleri ile % doğruluk oranları karşılaştırılmaktadır. Bunun için test setinden elde edilen ilk (head) 5 tahmin sonucu ile son (tail) 5 tahmin sonucu gösterilmiştir. Tablonun sonunda ise test setinden elde edilen tahminlerin tamamının ortalama % doğruluk oranı gösterilmektedir.

**Tablo 5.** YSA Uygulama Sonuçları

Tahmin Değeri	İhale Bedeli	% Doğruluk
194.036,73	195.500	0,99
225.823,43	230.000	0,98
228.726,72	220.500	0,96
244.066,32	233.000	0,95
244.291,70	291.000	0,83
⋮	⋮	⋮
190.410,64	236.000	0,80
167.727,50	220.000	0,76
167.727,55	185.000	0,90
167.727,60	166.000	0,98
225.764,32	252.000	0,89
Ort.		0,93

Son olarak şekil 7’de test setinden yola çıkarak elde edilen tahmin değerlerinin % doğruluk oranlarının grafiği görülmektedir. Dikey ekseninde yer alan “1” değeri %100 doğruluğu göstermektedir. Grafikten görüldüğü üzere en uzak tahminin doğruluk oranı %69 iken en başarılı tahminlerin doğruluk oranı %99’dur. Tahmin edilen YSA modelinin ortalama doğruluk oranı ise %93 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar YSA’nın taşınmaz değerlemesinde kullanılabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

**Şekil 7.** % Doğruluk Oranları

## 6. SONUÇ

Yapay zekâ yöntemlerinin hazine taşınmazlarının değerlemesindeki uygulanabilirliğinin gösterildiği bu çalışmada, R yazılımı ortamında yapay sinir ağları ile kamu konutları üzerine bir uygulama örneklendirilmiştir. Bu kapsamda, eğitim setinden yola çıkarak deneme yanılma yoluyla 1 gizli katmanlı ve 5 nöronlu oluşan YSA modeli uygun model olarak belirlenmiş ve test setinden elde edilen tahmin sonuçlarında ortalama %93’lük doğruluk oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, test seti ile yapılan tahminlerin uygun ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu ve YSA yönteminin taşınmaz değerlemesinde kullanılabilir bir yöntem olduğunu söylemek mümkündür.

Taşınmaz fiyatlarını belirleyen bazı taşınmaz özelliklerinin yanında satış şekli gibi hazine taşınmazlarına özgü bazı durumlar da satış fiyatlarına etki edebilmektedir. Örneğin ihaleli satışlarda, yapılacak ihalelerin yaygın bir şekilde duyurulup duyurulmadığı ve buna bağlı olarak ihalelere katılan kişi sayısına göre oluşacak rekabet, satış fiyatlarına etki edebilmektedir. Taşınmaz özelliklerinin bazılarının fiyata olan etkilerini öngörebilmek mümkün iken ihaleye katılanların sayısı gibi bazı etkenler ancak ihaleler tamamlandıktan sonra anlaşılacağından fiyata olan etkilerini öngörmek güçtür. Bu durum, hazine taşınmazlarının fiyatlarının tahmininde kendine has bir belirsizliğe neden olmaktadır.

2014/1 sayılı genelge hazine taşınmazlarının değerlendirilmesinde klasik değerlendirme yöntemlerinin yanında diğer taşınmaz değerlendirme yöntemlerine de başvurulabileceğini ifade etmektedir. Emsal karşılaştırma yöntemi gibi klasik değerlendirme yöntemlerinde fiyatı etkileyen taşınmaz özelliklerinin etki derecelerini belirlemek oldukça güçtür. Bu durumda, değerlendirmeyi yapan kişilerin öznal yargıları ön plana çıkmakta, bu yargılar ise kişiden kişiye değişebilmektedir. Gerçekten de 2014/1 sayılı genelgenin 34/3 maddesi bu durumu, “Değerleme çalışması sonucunda elde edilen verilerden hangilerinin hangi oranda dikkate alınacağı değerlendirme yapanlar tarafından belirlenir” şeklinde ifade ederek açıkça ortaya koymaktadır (Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2014). Bu nedenlerle YSA yöntemi, taşınmaz değerlendirilmesinde rayiç bedelin doğru ve objektif olarak belirlenmesinin sağlanması açısından klasik değerlendirme yöntemlerine farklı ve yenilikçi bir alternatif sunmaktadır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise kara kutu yapısı ve fiyatı etkileyen değişkenlerin yorumlanmasında çoklu regresyon, hedonik fiyat modeli gibi istatistiksel yöntemlere göre yetersiz kalmasıdır.

Son yıllarda açıklanabilir yapay zekâ (explainable artificial intelligence-XAI) alanında yaşanan gelişmeler ile birlikte yapay zekâ modellerinin nasıl karar verdiğinin açıklanabilmesi için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Shapley toplamsal çıkarsama (shapley additive explanations-SHAP) (Lundberg & Lee, 2017) ve yerel yorumlanabilir model yansız açıklamalar (local interpretable model-agnostic explanations- LİME) (Riberio vd. 2016) gibi yöntemler ile yapay zekâ modellerini yorumlamak mümkündür. İleride yapılacak çalışmalarda, topluluk öğrenmesi (ensemble learning), derin öğrenme (deep learning) gibi diğer yapay zekâ yöntemleri ile daha doğru fiyat tahminleri yapılabilir. SHAP veya LİME değerlerinin hesabı ile değişkenlerin tahmin değerlerine olan etkisi yorumlanarak modellerde belirleyici olan değişkenler tanımlanabilir. Ayrıca, satış, kira, irtifak gibi idare şekillerine konu olan hazine taşınmazlarının önemli bölümünün arazi/tarla/arsa vasfındaki yapısız taşınmazlardan oluşması nedeniyle yapay zekâ yöntemleriyle yapılacak değerlendirme uygulamalarının bu taşınmazlara yönelik olarak da örneklendirilmesi yararlı olacaktır.

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025’de belirtilen amaçlardan birisi de kamu kurumlarında yapay zekâ teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanımına yönelik yapısal ve yetkinlik dönüşümünün hızlandırılmasıdır. Bu

kapsamda, taşınmaz değerlendirilmesinde yapay zekâ yöntemlerinin kullanılabilmesi için öncelikle kurumsal kapasitenin artırılması, personel yetkinliğinin geliştirilmesi ve kaliteli verinin temini şarttır. YSA modellerinin tahmin gücü uygun verilere bağlıdır. Bu nedenle, veri teminine yönelik altyapının geliştirilerek uygun veri setlerinin oluşturulmasının gerektiği açıktır.

#### Araştırmacıların Katkı Oranı

Yazarın makaleye sağladığı katkı oranı tamdır.

#### Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### KAYNAKÇA

- Abidoye, R. B. & Chan, A. P. (2017). Modelling Property Values in Nigeria Using Artificial Neural Network. *Journal of Property Research*, 34(1), 36-53.
- Altun, Ö. (2022). Kamu Konutu Fiyatlarını Belirleyen Faktörlerin Hedonik Fiyat Modeliyle Analizi. *Sosyoekonomi*, 30(52), 349-378.
- Aslay, F. & Özen, Ü. (2013). Meteorolojik Parametreler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Toprak Sıcaklığının Tahmini. *Politeknik Dergisi*, 16(4), 139-145.
- Cechin, A., Souto, A., & Gonzalez, M. A. (2000, November). Real Estate Value at Porto Alegre City Using Artificial Neural Networks. In *Proceedings. Vol. 1. Sixth Brazilian Symposium on Neural Networks* (pp. 237-242).
- Ćetković, J., Lakić, S., Lazarevska, M., Žarković, M., Vujošević, S., Cvijović, J. & Gogić, M. (2018). Assessment of The Real Estate Market Value in The European Market By Artificial Neural Networks Application. *Complexity*, 4, 1.10.
- Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2021), Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025), Ankara, [Erişim Tarihi: 09.06.2022], [Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi \(UYZS\) 2021-2025 \(cbddo.gov.tr\)](https://www.cbddo.gov.tr/2021-2025)
- Çınar, S. & Ünal, F.B. (2022). 2/B Orman Vasfını Yitirmiş Araziden Tarım Arazisine Dönüşen Taşınmazların Toplu Değerlemesi. *Geomatik*, 7(2), 112-127.
- Çuhadar, M., Güngör, İ. & Göksu, A. (2009). Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları İle Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırılmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 99-114.
- Do, A.Q. & Grudnitski, G. (1992) A Neural Network Approach to Residential Property Appraisal. *The Real Estate Appraiser*, 58, 38-45.
- Dogan, O., Bande., N., Genç, Y. & Akyon, F. C. (2022). Keçiören/Ankara Özelinde Konut Rayiç Değerlerinin Yapay Sinir Ağları Metodu Kullanılarak Tahmini. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (35), 113-128.
- İlhan, A. T. & Semih, Ö. Z. (2020). Yapay Sinir Ağlarının Gayrimenkullerin Toplu Değerlemesinde

- Uygulanabilirliği: Gölbaşı İlçesi Örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 160-188.
- Jenkins, D. H., Lewis, O. M., Almond, N., Gronow, S. A., & Ware, J. A. (1999). Towards an Intelligent Residential Appraisal Model. *Journal of Property Research*, 16(1), 67-90.
- Kontrimas, V. & Verikas, A. (2011). The Mass Appraisal of The Real Estate by Computational Intelligence. *Applied Soft Computing*, 11(1), 443-448.
- Lai, Pi-Ying, (2011). Analysis of The Mass Appraisal Model by Using Artificial Neural Network in Kaohsiung City. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 7(10), 1080-1089.
- Limsombunchao, V. (2004). House Price Prediction: Hedonic Price Model vs. Artificial Neural Network. *American Journal of Applied Sciences*, 1, 193-201.
- Lundberg, Scott & Lee, Su-In (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*. Long Beach, CA:4765-4774.
- McCluskey, W. (1996). Predictive Accuracy of Machine Learning Models for The Mass Appraisal of Residential Property. *New Zealand Valuers Journal*, 40-46.
- Milli Emlak Genel Müdürlüğü, (2021). 2021 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara, [Erişim Tarihi: 09.06.2022], [12.04.2022-faal-yet-raporu-web-tesl-m-ed-len-20220412124708.pdf \(csb.gov.tr\)](https://webdosya.csb.gov.tr/db/milliemlak/dokumanlar/degerleme-63268-20220603141200.pdf)
- Milli Emlak Genel Müdürlüğü (2022). Değerleme, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/milliemlak/dokumanlar/degerleme-63268-20220603141200.pdf> [Erişim Tarihi: 09.06.2022].
- Mora-Esperanza, J. G. (2004). Artificial Intelligence Applied to Real Estate Valuation: An Example for the Appraisal of Madrid. *Catastro*, April, 1, 255-265.
- Mousa, A. A., & Saadeh, M. (2010). Automatic Valuation of Jordanian Estates Using a Genetically-Optimised Artificial Neural Network Approach. *WSEAS Transactions on Systems*, 9, 905-916.
- Ozkan, G., Yalpir, S., & Uygunol, O. (2007). An Investigation on The Price Estimation of Residable Real-Estates by Using ANN and Regression Methods. In *12th Applied Stochastic Models and Data Analysis International conference (ASMDA)*.
- Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, T. & French, N. (2003). Real Estate Appraisal: A Review of Valuation Methods. *Journal of Property Investment & Finance*, 21(4), 383-401.
- Pagourtzi, E., Metaxiotis, K., Nikolopoulos, K., Giannelos, K., & Assimakopoulos, V. (2007). Real Estate Valuation with Artificial Intelligence Approaches. *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications*, 2(1), 50-57.
- Riberio, M. T., Sameer, S. & Carlos, G. (2016). Why Should I Trust You? Explaining the Predictions of Any Classifier. <https://arxiv.org/abs/1602.04938> [Erişim Tarihi: 01.08.2022].
- Rossini, P. (1997). Artificial Neural Networks versus Multiple Regression in the Valuation of Residential Property. *Australian Land Economics Review*, 3(1), 1-12.
- Sampathkumar, V., Santhi, M. H., & Vanjinathan, J. (2015). Evaluation of the Trend of Land Price Using Regression and Neural Network Models. *Asian Journal of Scientific Research*, 8(2), 182-194.
- Sarip, A. G. (2005, January). Integrating Artificial Neural Networks and GIS for Single-Property Valuation. In *Elevation-PRRES Conference, Pacific Rim Real Estate Society, Melbourne, Citeseer*, (pp. 1-16).
- Selim, H. (2009). Determinants of House Prices in Turkey: Hedonic Regression Versus Artificial Neural Network. *Expert systems with Applications*, 36(2), 2843-2852.
- Štubňová, M., Urbaníková, M., Hudáková, J. & Papcunová, V. (2020). Estimation of Residential Property Market Price: Comparison of Artificial Neural Networks and Hedonic Pricing Model. *Emerging Science Journal*, 4(6), 530-538.
- 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), 1-7.
- Taffese, W. Z. (2007). Case-Based Reasoning and Neural Networks For Real Estate Valuation. In *Artificial Intelligence And Applications*, 98-104.
- Tay, D.P. & Ho, D.K. (1992). Artificial Intelligence and The Mass Appraisal of Residential Apartments. *Journal of Property Valuation and Investment*, 10, 525-540.
- Ulvi, C. & Özkan, G. (2019). Taşınmaz Değerlemede Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanılabilirliği ve Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Geomatik*, 4 (2) , 134-140.
- Wong, K. C., So, A. T. & Hung, Y. C. (2002). Neural Network vs. Hedonic Price Model: Appraisal of High-Density Condominiums. In *Real Estate Valuation Theory* (pp. 181-198). Springer, Boston, MA.
- 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.
- Xie, X., & Hu, G. (2007, August). A Comparison of Shanghai Housing Price index Forecasting. In *Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007)* (Vol. 3, pp. 221-225).
- Yalpir, Ş. (2018). Enhancement of Parcel Valuation With Adaptive Artificial Neural Network Modeling. *Artificial Intelligence Review*, 49(3), 393-405.
- Yılmaz, A. (2021). R Programlamaya Giriş, 1. Baskı, İstanbul: Kodlab Yayın.
- Yılmaz, A. (2021). Yapay Zekâ, 9. Baskı, İstanbul: Kodlab Yayın.
- Yılmaz, A. & Kaya, U. (2021). Derin Öğrenme, 3. Baskı, İstanbul: Kodlab Yayın.
- Yılmazel, Ö., Afşar, A., & Yılmazel, S. (2018). Konut Fiyat Tahmininde Yapay Sinir Ağları Yönteminin Kullanılması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (20), 285-300.
- 4706 Sayılı Hazineye Ait Taşınmaz Malların Değerlendirilmesi ve Katma Değer Vergisi Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, Kabul Tarihi: 29.06.2001, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 18.07.2001 ve Sayısı: 24466, Yayımlandığı Düstur; Tertip: 5, Cilt: 40.

313 Sıra Sayılı Milli Emlak Genel Tebliği (MEGT),  
Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi:29.08.2007 ve  
Sayısı: 26628.

385 Sıra Sayılı Milli Emlak Genel Tebliği, Yayımlandığı  
Resmi Gazete Tarihi:17.04.2018 ve Sayısı: 30394.

2014/1 Sıra nolu Genelge, Sayısı: 97208366-010-  
99[3100-0], [Erişim Tarihi: 09.06.2022],  
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/milliemlak/icerikler/2014-1-degerleme-usul-ve-esaslarina-il-sk-n-genelge-20220211090910.docx>

2015/1 Sıra nolu Genelge, Sayısı: 97208366-010-  
99[3100-0], [Erişim Tarihi: 09.06.2022],

<https://webdosya.csb.gov.tr/db/milliemlak/icerikler/2015-1-4706-sayili-kanunun-5-maddes-n-n-11-son-fikrasinin-uygulanmasi-20220211085352.docx>

2021/18 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi,  
Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 20.08.2021 ve  
Sayısı: 31574.

RD, (2022). RDocumentation, [Erişim Tarihi:  
09.06.2022], [www.rdocumentation.org](http://www.rdocumentation.org)

UN, (2022). United Nations, data, [Erişim Tarihi:  
09.06.2022], <http://data.un.org/en/iso/tr.html>



© Author(s) 2022.

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