
PANEL VERİLERİ İLE TÜRKİYE'DE KONUT FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN TESPİTİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI YAKLAŞIMI*

Cahit ÇELİK ** Gülsen KIRAL ***

Öz

Türkiye’de konut fiyatları ekonomik ve demografik faktörlerden oldukça etkilenmektedir. Buna bağlı olarak serbest piyasalarda konut fiyat faktörü, konut arzını ve talebini etkilemesi açısından önemlidir. Türkiye’de konut fiyatları ile arzı arasındaki ilişkinin pozitif yönlü olması beklenirken, konut fiyatları ile talebi arasındaki ilişkinin negatif yönlü olması beklenilmektedir. Konut fiyatlarındaki farklılaşmalar ise konut talebi ve arzı üzerindeki etkilere bağlı konut fiyatlarında yukarı ya da aşağı yönlü bir hareket oluşturmaktadır. Bu araştırma makalesinde, konut fiyatlarını etkileyen ve dengeli panel verilerinden oluşan ekonomik ve demografik faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak konut fiyat modelleri ile yapay sinir ağları modeli incelenmiştir. Grup içi tahmin yönteminin bazı bulgularına göre konut talebinin, konut kredi faiz oranının, fiyat düzey endekslerinin, mevduat faizinin, Avrupa para biriminin, külçe altın yatırımının, kentleşme oranlarının, hane halkı otomobil sayısının ve toplam çevresel harcamalarının konut fiyatı üzerinde anlamlı etkileri olduğu görülmüştür. Ayrıca bu araştırma, konut fiyat ve yapay sinir ağları modellerinin dengeli panel verileri ile incelenmesi açısından özgün bir araştırma niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Konut Fiyatları, Panel Veri Analizi, Yapay Sinir Ağları, TÜİK, Türkiye.

* Bu makale Ekim 2019 tarihinde düzenlenen Akdeniz Zirvesi 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresinde sunulan özet metnin genişletilerek makale formatına dönüştürülmüş halidir.

** Dr. Çukurova Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, cahit.celik@outlook.com, [Orcid No: 0000-0003-4813-9401](https://orcid.org/0000-0003-4813-9401)

*** Prof. Dr. Çukurova Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, gkiral@cu.edu.tr, [Orcid No: 0000-0002-0541-0178](https://orcid.org/0000-0002-0541-0178)

Makale Gönderilme Tarihi: 17 Ekim 2019 Makale Kabul Tarihi: 15 Temmuz 2020

Makale Türü: Araştırma Makalesi

DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING HOUSE PRICES IN TURKEY WITH PANEL DATA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPROACH

Cahit ÇELİK, Gülsen KIRAL

Abstract

Housing prices in Turkey are highly affected by economic and demographic factors. Accordingly, the housing price factor in free markets is important in terms of affecting housing supply and demand. While the relationship between house prices and supply is expected to be positive, the relationship between house prices and demand is expected to be negative. Housing prices differentials, on the other hand, constitute upward or downward movement in house prices due to the effects on housing demand and supply. In this research paper, economic and demographic factors affecting house prices and balanced panel data were tried to be determined. For this purpose, house price models and artificial neural networks model were studied. According to some findings of the within-group estimation method, housing demand, housing loan interest rate, price level indices, deposit interest rate, European currency, gold bullion investment, urbanization rates, number of household cars and total environmental expenditures have significant effects on house price. In addition, this research is unique in terms of the analysis of house price and artificial neural networks models with balanced panel data.

Keywords: Housing Prices, Panel Data Analysis, Artificial Neural Networks, TSI, Turkey

Giriş

TÜİK ve Merkez Bankası'nın verilerine göre 2018 yılı temel alınarak Türkiye'de konut sektörünün son altı yıllık grafiği çıkarılmıştır. Konut kredisi faiz rasyosunun düşük olduğu 2013 yılından bu yana her yıl en az bir milyon konut satışı olmuştur. 2013 yılından bu yana konut fiyat endeksi yaklaşık %83 oranında artarak 268,09'a yükselmiştir. Artışın en yüksek olduğu il %103,7 oranı ile İzmir, %91,2 oranı ile İstanbul ikinci sırada ve %53,7 oranı ile Ankara üçüncü sıradadır. Türkiye'de konut fiyatları her geçen ay düzenli olarak artmaya devam etmektedir. Buna istinaden 2018 yılının Mayıs ayında Türkiye'nin 81 ilini kapsayan TÜİK verilerinden hareketle satılık konut fiyat endeksinin Nisan ayına göre %0,54, 2017 yılının Mayıs ayına göre ise %9,97 oranında bir artış yaşanmıştır. Genellikle hanehalklarının tercih ettikleri 3+1 daireler yine en çok ilgi gören konut çeşitleri olmaya devam etmektedir.

Bu araştırma makalesinin amacı, Türkiye’de konut fiyatlarını etkileyen ve dengeli panel verilerinden oluşan ekonomik ve demografik faktörlerin tespit edilmesine yöneliktir. Bunun için panel veri konut fiyat modelleri ile yapay sinir ağlarına ait modellerin yaklaşımları incelenecektir. Sabit etkili konut fiyat modellerini etkileyen faktörlerin belirlenmesinde *Grup İçi Tahmin Tekniği* kullanılacaktır. Ayrıca yapay sinir ağları modelinden biri olan MLP (Multi Layer Perceptron) hangi *ekonomik* değişkenlerinin konut fiyat değişkeni üzerindeki öneminin daha fazla olduğunu tespit etmek amacıyla kullanılacaktır. Bunun yanında radyal tabanlı RBF (Radial Basis Function) modeli hangi *demografik* değişkenlerinin konut fiyat değişkeni üzerindeki öneminin daha fazla olduğunu tespit etmek amacıyla kullanılacaktır.

Bu makale araştırması altı bölümden oluşmaktadır. Makalenin giriş bölümünde, Türkiye’de konut satışları ile konut fiyatlarına ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca araştırma makalesinin amacı ve yöntemleri de açıklanmıştır. Makalenin ikinci bölümünde ise literatür özeti yer almaktadır. Makalenin üçüncü bölümünde konut fiyat modelinin tahmininde kullanılan teknikler yer almaktadır. Burada konut fiyat modellerini etkileyen faktörlerin tespitinde dengeli panel veri analiz yöntemi ve tahmin testleri açıklanmıştır. Buna bağlı olarak yapay sinir ağları tekniklerinden çok katmanlı MLP modeli ile radyal tabanlı RBF modeli de açıklanmıştır. Makalenin dördüncü bölümünü; araştırma metodolojisi ile konut fiyatını etkileyen ekonomik ve demografik faktörlerin açıklamaları oluşturmaktadır. Makalenin beşinci bölümü uygulama aşamasından oluşmaktadır. Burada dengeli panel verileriyle konut fiyatını etkileyen ekonomik ve demografik faktörlere ilişkin sabit etkili konut fiyat modelleri kurulmuştur. Kurulan bu modeller panel veri analizinde kullanılan Grup İçi Tahmin Yöntemi ile test edilmiştir. Uygulama sonucuna göre kurulan son konut fiyat modellerinin anlamlı değişkenleri üzerine yapay sinir ağları yöntemleri uygulanmıştır. Sonuç ve öneriler araştırmanın altıncı bölümünde yer almaktadır.

Literatür

Literatürde taranan bazı makalelerde, konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin tespitinde konut fiyat modelleri yer almaktadır. Bu modellerin tahmininde genellikle klasik çok değişkenli istatistiksel teknikler kullanılmıştır. Fakat bu makale çalışmasında ise, panel veri setleri kullanılarak konut fiyatlarını etkileyen değişkenler, konut fiyat modellerine ait panel veri analizi ve yapay sinir ağları yaklaşımı ile belirlenmeye çalışılmıştır. Aşağıda bu çalışmaya uygun literatür özeti yer almaktadır.

İlk olarak Kain ve Quigley (1970) yılında yaptıkları çalışmada konut kirasını ve konut satış fiyatını etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla 1184 değişken ve 854 kısıtlı gözlem kullanmışlardır. Bağımlı değişkenler, konut

kirası ve konut satış fiyatı şeklinde belirlenmiştir. Lineer fonksiyonel ve yarı logaritmik model ele alınarak konutların zımni veya piyasa fiyatları ile hanehalklarının yararlandığı konut hizmetleri fonksiyonunun spesifik etkileri kestirilmiştir. Kiracılara ait kısıtlı modele ilişkin, ortalama yapı kalitesinin, konut ve binanın kalitesinin konut hizmetlerine ait beklentiler istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık olarak konut niteliklerinin kalitesi ile konutta oturma dışında kullanılan değişkenlere ait sonuçlar anlamsızdır. Straszheim (1974) yılına ait bir araştırması hedonik konut fiyatlarının kestirilmesi üzerinedir. Alt piyasaların her birinin kendine özgü arz ve talep özelliklerinden kaynaklanan farklı fiyat uygulamaları vardır. Konut piyasaları, alt piyasalar veya bir grup tekil piyasalardan oluşmaktadır. Oluşan bu piyasaların her biri için hedonik modellerin tahmini mümkün olmaktadır. Araştırmacı konut özelliklerine ilişkin gözlemleri üç farklı coğrafi bölgede yapmıştır ve hedonik fiyat endekslerine ilişkin değişkenlerin katsayılarını, lineer fonksiyonel model kullanarak incelemiştir. Araştırmacı F testine göre coğrafi tabakalaşmanın en küçük karelerin sınırlarını azalttığını tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada Goodman (1978), hedonik fiyat modelini tespit etmek amacıyla Box-Cox tekniğini kullanmıştır. Büyük kentleri, banliyö ve şehir merkezi olmak üzere iki kümeye ayırmıştır. Her bir küme için konut satış fiyatı bağımlı değişken olmak üzere, konutun sahip olduğu oda sayısı, konutun yaşı, konutun yapı çeşidi gibi bağımsız değişkenlerle açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucunda Goodman, her bir küme için kurulan hedonik fiyat modellerinin tahmin sonuçlarını birbirinden farklı bulmuştur. Diğer bir çalışmayı Palmquist (1984) yılında yapmış ve çalışmasında konut satışına ilişkin 20297 gözlem kullanarak konut satış fiyatını belirleyen değişkenleri tahmin etmiştir. Araştırmada logaritmik, lineer ve ters logaritmik, yarı logaritmik ve lineer fonksiyonel modeller kullanılmıştır. Araştırmanın birinci aşamasında lineer hedonik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Araştırmanın ikinci aşamasında ise konut nitelikleri için logaritmik lineer kestirimler yapılmıştır. Hedonik regresyon modeli bulgularına göre, konutun çok yıpranmış olması, nüfus sayımına göre beyaz olmayanların nüfus içindeki oranı, son on yılda ev sahibi değişen konutların oranı, konutun alanı, hava kirliliği seviyesinin yıllık aritmetik ortalaması ve konuttan bağımsız bir garajın olması gibi değişkenler negatif yönde konut fiyatını etkilemektedir. İkinci aşamanın lineer talep kestirimi bulgularına göre konut fiyatları üzerinde etkili olan değişkenlerden hanehalkı birey sayısı, aylık konut giderleri, satıcının siyah olması ve konut alanının hedonik fiyatı istatistiksel olarak anlamlı ve katsayıları pozitifdir. Daha sonraki bir çalışma Yang (2000), kullanılan 226 gözlem 160 ana yerleşim bölgesinden seçilerek m² başına istenilen konut fiyatının ne kadar olduğunu test etmiştir. Yang çalışmasında lineer, Box-Cox ve logaritmik modelleri kullanmıştır. Box-Cox modelinin hesapladığı en

büyük olasılık değeri (0,25)'tir. Ayrıca üç farklı modelin katsayılarına ilişkin işaretler ile t değerleri tutarlı çıkmıştır. Bu çalışmada incelenen değişkenlerden banyo sayısı ile yatak odası sayısı dışındakiler % 99 güven düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Diğer bir çalışma ile Üçdoğruk (2001)'de İzmir iline ait konut piyasalarındaki ilişkileri incelemiş ve bu süreçteki bağlantıları araştırmıştır. Çalışmasında hedonik fiyat modelini EKK tekniğiyle tahmin etmiştir. Çalışmasında konut piyasa fiyatını bağımlı değişken ve apartmandaki daire sayısını, balkon sayısını, konutun büyüklüğünü, asansör sayısını, oda sayısını, ısıtma sistemini, konutun yaşını, mutfak yapısını, salon ve odaların döşeme durumunu, kapıcı olup olmamasını, uydu sistemini, güneş enerjisini, hidroforu, otoparkı ve panjuru da bağımsız değişkenler olarak tanımlamıştır. Çalışmasında log-lineer modeli kullanmış ve bununla birlikte fiyat üzerindeki yüzdelik etkileri hesaplamıştır. Çalışmadan elde ettiği bulgulara göre kullandığı ekonometrik model iktisadi ve teorik beklentileri karşılama yönündedir. Wilhelmsson (2002) yılındaki çalışmasıyla hedonik fiyat modelini dört ayrı şekilde tanımlamıştır. Bu dört ayrı tanımlama şekli dört ayrı hedonik modelin oluşmasını sağlamıştır. Bu modelin ilki logaritmik tanımlama, ikincisi Box-Cox dönüşümü ve üç ile dördüncüsü ise her bir zaman sürecindeki hedonik fiyatlarına ilişkin regresyonların dönüşümleridir. Tahmin edilen bütün parametreler istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Daha sonra Yankaya ve Çelik (2004)'de hedonik fiyat modeliyle, İzmir iline ait metro yatırımlarının konut fiyatları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bunun için E-Views ve SPSS ekonometrik ve istatistiksel paket programları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hedonik model için coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılmış ve modelde mekânsal ilişkili değişkenlerin ölçülmesi ile etkin bölgelerin oluşturulması amaçlanmıştır. Bunun için ise Mapinfo paket programından faydalanılmıştır. Çalışma alanı için yarı logaritmik, tam logaritmik, lineer ve lineer logaritmik modeller kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, metro istasyonlarına olan yakınlığın konut fiyatları üzerinde önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Daha sonra Baldemir, Kesbiç ve İnci (2007), araştırmalarında emlak fiyatlarını etkileyen katsayıları kestirmişlerdir. Hedonik fiyat modeli için logaritmik, lineer ve logaritmik lineer fonksiyonel kalıpları uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre, konutun merkezi kaloriferli olması sobalı olmasına karşın hedonik fiyatını log-log modelde %0,12, lineer modelde 12,8 birim ve logaritmik lineer modelde %11 düzeyinde arttırmaktadır. Diğer yandan üç modele ilişkin merkezi kaloriferin katsayısı %1 oranında anlamlı ve pozitif çıkmıştır. Diğer bir çalışma Selim (2008), konut fiyatlarını etkileyen faktörleri hedonik regresyon model kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Hedonik model için yarı logaritmik fonksiyon kalıbını kullanmıştır. Modeli, 1 Ocak-31 Aralık 2004 döneminde 8600 hane halkına ait 2004 hanehalkı bütçe anketi kullanarak analiz etmiştir. Konut

fiyatını belirleyen en önemli değişkenler; konutun büyüklüğü, konutun tipi, oda sayısı ve konutun yapı türü olarak belirlenmiştir. Diğer yapısal değişkenlerden de doğal gazın olması, havuzun olup olmaması ve konutun su sisteminin olması analiz sonucunda konut fiyatını etkileyen önemli değişkenlerdir. Selim ve Demirbilek (2009) yılındaki çalışmalarında ise, hedonik fiyat modeli ve yapay sinir ağı modeli ile Türkiye’de konutların kira değerini araştırmışlardır. İki modeli karşılaştırma bulgularına göre yapay sinir ağları modelinin konut kira değeri tahmininde daha iyi bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Yarı logaritmik hedonik fonksiyon modeli ile yapılan uygulamada ise; konut tipi, konutun büyüklüğü, oda sayısı, yapı türü ve diğer yapısal değişkenler konut kira bedelinin en önemli belirleyicileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonraki çalışma Gündoğdu (2011), hanehalkı kira harcamalarına ilişkin değişimler analiz edilmiş ve kira fiyatını yükselten değişkenler belirlenmeye çalışılmıştır. Hedonik fiyat modeli için lineer ve logaritmik lineer fonksiyonel kalıpları kullanılmıştır. Analiz bulgularına göre, hanehalkı gelirlerindeki artışın, merkezi ısıtma sistemi olmasının, konutun bulunduğu çevrenin, konutun m² sindeki bir birimlik artışın, asansör olmasının ve konut yaşının 5 yıldan az olmasının hedonik kira fiyatlarını arttırdığını göstermiştir. Daha sonra Kaya (2012), çalışmada Türkiye geneli için bir konut fiyat endeksi oluşturulmuştur. Bunun için, “Ardışık Dönemler Zaman Kukla Değişkeni Yöntemi” uygun görülmüştür. Çalışmada Aralık 2010 ile Haziran 2012 döneminde bankalardan temin edilen 487.027 tane konut fiyatlama raporu kullanılmıştır. Analiz sonucunda konut fiyatlarını etkileyen değişkenler; konuta ait yapısal faktörler ile yalnızca bulunduğu lokasyondan dolayı etki gücündeki iller olarak tespit edilmiştir. Çalışmada son olarak Ankara, İzmir ve İstanbul illeri için tespit edilen her ilçe seviyesinde regresyon analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre, 2010 Aralık-2012 Haziran dönemlerinde sabit nitelikler altında Türkiye genelinde konut fiyatlarında oluşan saf değer artışı %6,21 olarak tespit edilmiştir. Ecer (2014)’de Türkiye’de konut fiyatlarının kestirilmesine yönelik yaptığı çalışmada hedonik regresyon yöntemini ve yapay sinir ağlarını karşılaştırmıştır. 2013 yılı Ocak-Temmuz ayları arasında İzmir’in Karşıyaka ilçesinde satılmış olan 610 konutun verilerini kullanarak konut fiyatını tahmin etmiştir. Yapay sinir ağları modeline göre konutun üniversite ve sağlık ocağına yakınlığı, konutun deniz kenarında olması, konutun yüzme havuzunun olması, konutun deniz otobüsüne yakınlığı, konutun ankastre mutfağının olması, konutun tren istasyonuna mesafesi, konutun bulunduğu sitenin güvenli olması gibi değişkenler konut fiyatını etkilemektedir. Ayrıca yapay sinir ağlarına ait modelin hedonik modelden tahminleme tutarlılığı açısından daha iyi sonuç verdiğini görmüştür. Çelik ve Kırıl (2018)’deki çalışmalarında 2008-2015 dönemine ilişkin Türkiye illerinin konut talebini belirleyen ekonomik ve demografik faktörlerine,

dengeli panel veri analiz tekniklerini uygulamışlardır. Çalışmadan elde edilen bazı sonuçlara göre konut kredisi faiz oranının, Euro'nun, hanehalkı otomobil sayısının ve toplam çevresel harcama gibi değişkenlerin konut talebinde anlamlı olduğu görülmüştür. Yılmaz vd. (2018), araştırmalarında yapay sinir ağlarını kullanarak Eskişehir ilinde satılık konut fiyatlarını kestirmişlerdir. Yapay sinir ağları modellerinde; kat sayısı, merkezi ısıtma sistemi, banyo sayısı, internet bağlantısı gibi değişkenleri kullanmışlardır. Uygulama sonucunda, yapay sinir ağlarının konut fiyatlarının kestiriminde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Akay ve Yüksel (2019), bilgi kaybını önlenmek için değişken dönüşümü yapılmadan, zaman değişmezli ikili değişken kapsayacak şekilde karma değişkenli panel veri setini kümeleme yönteminde kullanarak özgün bir uzaklık ölçüsü bulmuşlardır.

Konut Fiyat Modelinin Belirlenmesinde Yararlanılan Teknikler

Bu bölümde konut fiyat modelinin belirlenmesinde kullanılan tekniklerden panel veri modelleri ve tahmin yöntemi ile yapay sinir ağlarına ait modeller tanımlanmaktadır.

Panel Veri Modelleri (Panel Data Models)

Panel veri analizi, hanehalkları, firmalar, ülkeler, endüstriler gibi yatay kesit verilerinin belirli bir zaman aralığı içinde bir araya getirilmeleri olarak ifade edilmektedir (Baltagi, 2005, s.1). Panel verilerine ilişkin analizde; yatay kesit verileri zaman serilerini bir araya getirmektedir. Bu durumda daha çok aydınlatıcı veri, daha çok değişkenlikler, parametreler arasında daha az lineer bağımlılık, daha çok etkinlik ve daha fazla serbestlik derecesi sağlamaktadır (Gujarati, 2016, s.406). N sayıdaki birimin ve her bir birime ilişkin T sayıdaki gözlemin birlikte incelenmesi, panel verilerini meydana getirmektedir. Genel olarak doğrusal panel verilerine ait model aşağıdaki;

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i}X_{2it} + \beta_{3i}X_{3it} + \dots + \beta_{ki}X_{kit} + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; \\ t = 1, \dots, T \quad (3.1)$$

gibidir. Buradaki $i = 1, \dots, N$ yatay kesit birimlerini ve $t = 1, \dots, T$ zamanı ifade ederken, olasılıklı olmayan hata terimi u 'nun ortalamasının sıfır ve sabit varyanslı olduğu öngörülmektedir. Bu verilere göre;

Y_{it} : i 'nci yatay kesit biriminin t zamanında bağımlı değişken değerini,

X_{kit} : i 'nci yatay kesit biriminin t zamanında k 'nıncı açıklayıcı değişken değerini,

β_{kit} : i 'nci birim ve t 'nci zaman dönemi için k 'nıncı açıklayıcı değişkenin tahmin edilen katsayısını göstermektedir (Baltagi, 2001, s.11).

Doğrusal panel veri modelinde; tesadüfî etkiler modeli (*random effect*) ve sabit etkiler modeli (*fixed effect*) olmak üzere iki model vardır (Çalışkan, 2009, s.124). Sabit etkili model başlangıç noktasının tüm yatay kesit birimleri için farklı sabit bir değer alacağını öngörmektedir. Sabit etkili model, aşağıdaki denklem ile gösterilmektedir.

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i} X_{2it} + \beta_{3i} X_{3it} + \dots + \beta_{ki} X_{kit} + u_{it}, \beta_{1j} \neq \beta_{1i} \quad (3.2)$$

Tesadüfî etkiler modeli ise başlangıç noktasını rassal değişken olarak ele almaktadır. Buna göre başlangıç noktaları, β_1 sabit değeri ile sıfır ortalamalı u_i rassal değişkeninin toplamından meydana gelmektedir. Tesadüfî etkiler modeli, aşağıdaki denklem ile ifade gösterilmektedir.

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i} X_{2it} + \beta_{3i} X_{3it} + \dots + \beta_{ki} X_{kit} + u_{it}, \beta_{1j} \neq \beta_{1i} + \mu_i \quad (3.3)$$

Sabit etkili modelin uygulamasında *Grup İçi Tahmin Yöntemi* ve tesadüfî etkili modelin uygulamasında ise *Genelleştirilmiş EKK Yöntemi* kullanılmaktadır. Panel veri tahminlerde sabit etkili ve tesadüfî etkili modellerden hangisinin geçerli olacağı "*Hausman testi*" ile belirlenmektedir (Greene, 1993, s. 458-462).

Grup İçi Tahmin (Withinestimator)Yöntemi

Grup içi tahmin (*kovaryans*) yönteminde, her bir birime ait olan zaman serileri gözlemlerinden birim ortalamalarının çıkarılmasıyla değişkenler dönüştürülmektedir. Bu değişkenlerle oluşan regresyonda, havuzlanmış en küçük kareler yöntemi uygulanmaktadır. Sonrasında birim kukla değişkenine ilişkin katsayılar, artıkların grup ortalamalarının kullanılmasıyla kestirilebilmektedir. Buna göre, hem çoklu doğrusal bağlantıdan hem de kukla değişken tuzağından korunulmaktadır. Kovaryans tahmin yöntemi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Tatoğlu, 2013, s.86-87).

$$\hat{\beta}_{SE} = \hat{\beta}_{GIT} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{it} \ddot{x}_{it} \right]^{-1} \cdot \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{it} \ddot{y}_{it} \right] \quad (3.4)$$

F Testi

Tesadüfî ve sabit etkiler modelleri arasında seçim yapabilmek için *F* testi kullanılır. Aşağıdaki denklem incelendiğinde,

$$\bar{y}_{it} = \bar{x}_{it} \beta + \bar{w}_{it} \xi + u_{it} \quad (3.5)$$

denklemden w_{it} , X_{it} 'nin sadece zamana göre değişkenlerini içeren değişkenler kümesi ve ξ , MX_1 boyutlu parametreler vektörüdür. *RRSS*, tesadüfî etkiler modelinin kestiriminden oluşan kalıntıların kareleri toplamı

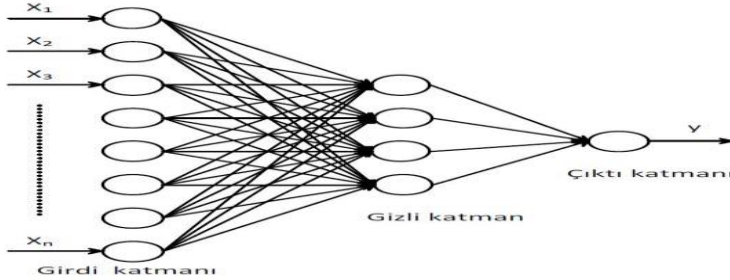
(*kısıtlı kalıntı kareler toplamı*); $URSS$, numaralı modelin kestiriminden oluşan kalıntıların kareleri toplamıdır (*kısıtsız kalıntı kareler toplamı*). F testi $H_0: \xi = 0$ hipotezini test etmektedir. F test istatistiği;

$$F = \frac{(RRSS - URSS)}{URSS} \frac{(NT - K - M)}{M} \quad (3.6)$$

şeklinde. Bu hipotez, $(NT - K - M)$, M serbestlik dereceli F tablosu kullanılarak test edilmektedir. H_0 hipotezi reddedilirse, $\xi = 0$ olacağından (3.5) numaralı model, sabit etkiler varsayımıyla kestirilebilmektedir (Tatoğlu, 2013, s.184-185).

Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)

Yapay Sinir Ağları elastiki ve parametrik olmayan bir modelleme yöntemidir (Tang ve Chi, 2005, s.247). Tahminleme ve karar verme konusunda oldukça başarılı bir yöntem olan Yapay Sinir Ağları (YSA), Yapay Zekâ teknolojilerinden biridir ve insan beyninin karar verme niteliklerini taklit ederek oluşmaktadır. Yapay Sinir Ağlarının öğrenme yeteneği sayesinde, bilinen örnekleri kullanarak daha önce rastlanılmayan olaylar için genelleme yapabilmektedir. Lineer olmayan, çok değişkenli, kompleks, kesin olmayan, hata olasılığı yüksek veriler, eksik ve kusurlu veriler ile problemlerin çözümü için bir matematiksel model ve algoritmanın bulunmaması durumlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay sinir ağlarının mimarisini oluşturan iki katmanlı ileri beslemeli bir yapay sinir ağı modeli aşağıdaki Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: Yapay Sinir Ağı Modeli (Kaynak: Hamit ve Iqbal, 2004)

Şekil 1'de görüldüğü gibi YSA modeli $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ bağımsız değişkenlerinden oluşan bir girdi katmanı, bir gizli katman ve bir işlem elemanlı çıktı (y) katmanından oluşmaktadır. Gizli katmanın işlem eleman sayısı (nöron) dört tanedir.

Girdi katmanı bağımsız değişkenlere ait verilerin alındığı katmandır. Buraya gelen veriler gizli katmana aktarılır. Gizli katman girdi katmanından gelen verileri işleyerek çıktı katmanına göndermektedir. Çıktı katmanı ise gizli katmandan gelen bilgileri işleyerek, girdi katmanına sunulan veriler için üretmesi gereken çıktıyı üretmektedir (Svozil vd., 1997, s.49). SPSS neural networks modülünde sık kullanılan ileri sürümlü iki YSA modelleri yer almaktadır. Bunlar çok katmanlı (Multi Layer Perceptron-MLP) ve radyal tabanlı (Radial Basis Function-RBF) YSA modelleridir. MLP nonlineer ağ parametreleri kullanırken RBF lineer parametreler ile çalışmaktadır. Bu iki metot aynı uygulama alanlarında kullanılabilirlerdir.

MLP (Multi Layer Perceptron)

Çok katmanlı Multi Layer Perceptron formülasyonu aşağıdaki eşitlikteki gibidir:

$$y = f(s) = Bl (As + a) + b \quad (3.7)$$

s : girdi vektörlerini, y : çıktı vektörlerini, A : ilk katmanın ağırlık matrisini, a : ilk katmanın eğilim değerini, B : ikinci katmanın ağırlık matrisini, b : ikinci katmanın eğilim değerini ve l : doğrusal olmayan elementleri temsil etmektedir (Öğücü, 2006, s. 46). MLP birçok değeri girdi olarak alır ve tek bir çıktı üretir. MLP çıktı üretirken girdi ağırlıklarına uyacak şekilde bir lineer birleşim oluşturmaktadır. Bu birleşimleri bazı lineer olmayan etkinleştirme fonksiyonu yoluyla çıktılara yerleştirmektedir.

RBF (Radial Basis Function)

Radyal tabanlı yapay sinir ağı modellerinde ağırlık ürettiği çıktı (y) vektörleri olmak üzere aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$y_i = \sum_{k=1}^n W_{ik} \phi_k(x, c_k) = \sum_{k=1}^n W_{ik} \phi_k(\|x - c_k\|_2), i = 1, 2, \dots, m \quad (3.8)$$

Denklemden $x \in R^{n \times 1}$ YSA'nın girdi vektörünü, $\phi_k(.) \in R^+$ radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonunu, $c_k \in R^{n \times 1}$ girdi vektör uzayının bir alt setinden seçilen radyal tabanlı merkezleri, $\|\cdot\|_2$ girdi vektörünün merkezden ne kadar uzak olduğunu bir ölçütü olan Öklidyen normunu, W_{ik} çıktı katmanındaki ağırlıkları, N ise gizli katmanda bulunan hücre sayısını göstermektedir. Genel olarak *Radyal Tabanlı YSA* modellerinde önemli olan elemanlar; hücre merkezleri, çıktı katmanındaki ağırlıklar ile kullanılan aktivasyon fonksiyonunun yapısıdır (Okkan ve Dalkılıç, 2012, s.5959).

Metodoloji

Bu araştırma makalesinde, Türkiye'de konut fiyatını etkileyen ekonomik ve demografik faktörlerin belirlenmesi amacıyla dengeli panel veri analizi yapılmıştır. Konut fiyat modelleri için iki yöntem test edilmiştir. Bunlar sabit

etkili modellerde kullanılan Grup İçi Tahmin Yöntemi ile tesadüfi etkili modellerde kullanılan Genelleştirilmiş EKK Yöntemi'dir. Hausman testi sonucuna göre dengeli panel veri analizinde kullanılan ekonomik ve demografik faktörlerin oluşturduğu logaritmik konut fiyat modelleri sabit etkili model olarak belirlenmiştir. Bu nedenle sabit etkili ve iki yönlü logaritmik konut fiyat modellerin tahmini için bu çalışmada sadece Grup İçi Tahmin Yöntemi kullanılmıştır. F Testi sonucuna göre anlamlı ekonomik ve demografik faktörler ile sabit etkili konut fiyat modelleri yeniden kurulmuştur. Dengeli panel veri analizleri için Stata 13 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Diğer yandan anlamlı ekonomik ve demografik faktörlerle oluşturulan yeni konut fiyat modellerine YSA yöntemlerinden çok katmanlı (Multi Layer Perceptron-MLP) modeli ile radyal tabanlı (Radial Basis Function-RBF) modeli uygulanmıştır. Bu modeller, hangi bağımsız faktörlerin konut fiyat değişkeni üzerindeki öneminin daha fazla olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yapay sinir ağları analizleri için IBM SPSS Statistics 23 paket programı kullanılmıştır. Bu araştırma için 2008-2015 yılları arasında konut fiyatını etkileyen ekonomik ve demografik faktörlerine ait veriler TÜİK'ten alınmıştır.

Konut Fiyatını Etkileyen Ekonomik ve Demografik Faktörler

Ekonomik güven endeksi, gayri safi yurtiçi hâsıla, tüketici güven endeksi, reel kesim güven endeksi, ortalama hane halkı geliri, hane halkı tasarruf oranı, konut kredi faiz oranı, arz ve talep ilişkisi, reel faiz oranları, konut inşaat maliyeti, krediye erişim, tüketim harcamalarına ilişkin fiyat düzey endeksi, konut tipi ve metrekare, hizmet sektörü güven endeksi, ekonomik göstergeler, devlet iç borçlanma senetleri, Amerikan doları, Avrupa para birimi, külçe altın, yerleşim, inşaat kalitesi, konfor, konut talebi, konum ve mahalle, nüfus sayım istatistiği, ortalama hane halkı büyüklüğü, işsizlik oranı, evlenme istatistikleri, konut üretim ortalama endeksi, hükümet politikaları, konutun ihtiyaçları karşılayabilme gücü, Türkiye illerinin kentleşme oranları, tüketim harcamalarına ilişkin fiyat düzey endeksi, hane halkı otomobil sayısı, konut ciro ortalama endeksi, iç ve dış göçler, çevre faktörü ve toplam çevresel harcamalardır.

Konut Fiyat Modellerinin Analizi

Bu bölümde dengeli panel verilerine ait ve konut fiyatını etkileyen ekonomik ve demografik faktörler için sabit etkili konut fiyat modelleri kurulacaktır. Kurulan bu modeller dengeli panel veri analizinde kullanılan Grup İçi Tahmin Yöntemi ile test edilecektir. Analiz sonucunda konut fiyatını etkileyen faktörler belirlenerek model anlamlı faktörler üzerinden yeniden kurulacaktır. Daha sonra kurulan son modellerin anlamlı faktörleri üzerine yapay sinir ağları yöntemleri uygulanacaktır.

Ekonomik Faktörler İçin Sabit Etkili Konut Fiyat Modeli ve Analizi

$$\begin{aligned} \log(kfe)_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \log(kt)_{it} + \beta_2 \log(kkfo)_{it} + \beta_3 \log(fde)_{it} \\ & + \beta_4 \log(mf)_{it} + \beta_5 \log(bist)_{it} + \beta_6 \log(usd)_{it} \\ & + \beta_7 \log(euro)_{it} + \beta_8 \log(altin)_{it} + \beta_9 \log(dbs)_{it} \\ & + \partial_1 \log d_{1i} + \partial_2 \log d_{2i} + u_{it} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Modelde β_0 sabit terimi, β_i , $i \neq 0$ modelde yer alan değişkenlerin katsayılarını u ise hata terimini ifade etmektedir. Konut fiyat modelinde kullanılan bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler aşağıda tanımlanmaktadır.

Bağımlı Değişken:

$\log(kfe)$: Konut fiyat endekslerinin logaritmasıdır. Türkiye konut sektöründeki fiyat değişikliklerinin takip edilmesine yönelik, ülke genelini kapsayan bir endekstir.

Bağımsız Değişkenler:

$\log(kt)$: TÜİK'in (2008-2015) yılları arasındaki konut talep istatistiklerinin logaritmasıdır.

$\log(kkfo)$: Konut kredi faiz oranının logaritmasıdır. 60 ay – 10 yıl süreli ev kredisi faiz oranlarından oluşmaktadır.

$\log(fde)$: Fiyat düzey endekslerinin logaritmasıdır. Tüketim harcamalarına ait fiyat düzey endeksleridir.

$\log(mf)$: Brüt mevduat faizinin logaritmasıdır. Yıllık reel getiri (TÜFE) finansal yatırım araçlarının yıllara göre reel getiri oranlarından oluşmaktadır.

$\log(bist)$: Borsa İstanbul 100 endeksinin logaritmasıdır.

$\log(usd)$: Amerikan dolarının logaritmasıdır.

$\log(euro)$: Avrupa birliğine ait para biriminin logaritmasıdır.

$\log(altin)$: Altın külçe fiyatının logaritmasıdır.

$\log(dbs)$: Devlet iç borçlanma senetlerine ait değerlerin logaritmasıdır ve borçlanma senetlerini ifade etmektedir. Borçlanma senetleri, hazine bonosunu ve devlet tahvilini içermektedir.

Tablo 1. Ekonomik Konut Fiyat Modelinin Grup İçi Tahmin Yöntemiyle Tespiti

Fixed-effects (within) regression	Number of obs = 648
Group variable: id	Number of groups = 81
R-sq: within = 0.9453	Obs per group: min = 8
between = 0.0745	avg = 8.0
overall = 0.8461	max = 8
corr(u_i, xb) = -0.1297	F(10,557) = 963.23
	Prob > F = 0.0000

logkfe	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
logkt	-.0205439	.0067219	-3.06	0.002	-.0337473 -.0073404
logkkfo	-.1221041	.0251863	-4.85	0.000	-.1715758 -.0726323
logfde	1.148923	.3228663	3.56	0.000	.5147382 1.783107
logd1	-.010255	.0245683	-0.42	0.677	-.0585128 .0380028
logmf	.0619618	.0179174	3.46	0.001	.0267679 .0971558
logbist	-.0195212	.0053819	-3.63	0.000	-.0300924 -.00895
logusd	.1596895	.0048743	32.76	0.000	.1501153 .1692637
logeuro	-.0681612	.0062784	-10.86	0.000	-.0804934 -.055829
logaltin	-.1056057	.0042326	-24.95	0.000	-.1139194 -.097292
logdbs	-.2065271	.0153015	-13.50	0.000	-.2365828 -.1764714
logd2 (omitted)					
_cons	1.988279	.6487079	3.06	0.002	.7140659 3.262492
sigma_u	.03008985				
sigma_e	.02276565				
rho	.63595956	(fraction of variance due to u_i)			

F test that all u_i=0: F(80, 557) = 6.18 Prob > F = 0.0000

Kukla Değişkenler:

D_1 : Deniz kıyısı olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alır.

D_2 : Üniversite sayısı üç ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alır.

Grup içi tahmin yönteminin test sonucuna ilişkin konut fiyatı (kfe) üzerinde; konut talebi (kt)'nin, konut kredi faiz oranının (kkfo), fiyat düzey endekslerinin (fde), mevduat faizinin (mf), Borsa İstanbul 100 endeksinin (bist), Amerikan dolarının (usd), Avrupa para birimi (euro)'nun, külçe altın (kaltin) yatırımının ve Devlet iç borçlanma senetlerinin (dbs)'nin olasılık değerleri (0,00) olduğundan (0,05) önem düzeyinde anlamlı oldukları görülmektedir. Deniz kıyısı olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alan kukla değişkeni (d_1) anlamsızdır. Ayrıca Üniversite sayısı üç ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alan kukla değişkeni (d_2) grup içi tahmin tekniği sebebiyle çoklu doğrusallığa neden olduğundan birim etki ile birlikte modelden düşmüştür. Modelden düşen kukla değişkeni GEKK yönteminin analiz sonucunda anlamlı olduğu görülmüştür. Belirlilik katsayısı R^2 değerine göre fiyat modelindeki açıklayıcı değişkenlerin konut fiyatları üzerindeki değişkenliğin yaklaşık olarak %95'ini açıkladığı söylenebilir. Bunun yanında bağımsız değişkenlerin birlikte bağımlı değişken üzerindeki

anlamlılığını test eden F istatistiği anlamlıdır. Birim etki ile bağımsız değişkenler arasında korelasyon katsayısı (-0,1297) olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan $\rho = 0,64$ oran ilişkisi %50'den büyüktür. Oran ilişki katsayısı, toplam varyans içerisindeki birim etki varyansının payını temsil etmektedir. Buna göre Türkiye illerinin konut fiyatları üzerindeki heterojenliğinin önemi fazladır. Aşağıda anlamlı ekonomik faktörlerle oluşan sabit etkili yeni konut fiyat modeli görülmektedir.

$$\begin{aligned} \log(kfe)_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \log(kt)_{it} + \beta_2 \log(kkfo)_{it} + \beta_3 \log(fde)_{it} \\ & + \beta_4 \log(mf)_{it} + \beta_5 \log(bist)_{it} + \beta_6 \log(usd)_{it} \\ & + \beta_7 \log(euro)_{it} + \beta_8 \log(altin)_{it} + \beta_9 \log(dbs)_{it} \\ & + \partial_2 \log d_{2i} + u_{it} \end{aligned} \quad (5.2)$$

Demografik Faktörler İçin Sabit Etkili Konut Fiyat Modeli ve Analizi

$$\begin{aligned} \log(kfe)_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \log(kt)_{it} + \beta_2 \log(ko)_{it} + \beta_3 \log(hos)_{it} \\ & + \beta_4 \log(o)_{it} + \beta_5 \log(so)_{it} + \beta_6 \log(sto)_{it} \\ & + \beta_7 \log(kcoe)_{it} + \beta_8 \log(th)_{it} + \beta_9 \log(tsas)_{it} \\ & + \beta_{10} \log(fde)_{it} + \beta_{11} \log(hfs)_{it} + \beta_{12} \log(tfs)_{it} \\ & + \partial_1 \log d_{1i} + \partial_2 \log d_{2i} \\ & + u_{it} \end{aligned} \quad (5.3)$$

Bağımlı Değişken:

$\log(kfe)$: Konut fiyat endekslerinin logaritmasıdır. Türkiye konut sektöründeki fiyat değişikliklerinin takip edilmesine yönelik, ülke genelini kapsayan bir endekstir.

Bağımsız Değişkenler:

$\log(kt)$: TÜİK'in (2008-2015) yılları arasındaki konut talep istatistiklerinin logaritmasıdır.

$\log(ko)$: Türkiye'de illerin kentleşme oranlarının logaritmasıdır. Şehirlerde kentsel alanda yaşayan nüfusun toplam nüfusa oranını göstermektedir.

$\log(hos)$: Hanehalkı otomobil sayısının doğal logaritmasıdır.

$\log(o)$: İl bazında temel işsizlik oranının logaritmasıdır.

$\log(so)$: İşgücüne katılma oranının logaritmasıdır. İl bazında temel işgücü göstergeleridir.

$\log(sto)$: İstihdam oranının logaritmasıdır. İl bazında temel işgücü istatistikleridir.

$\log(kcoe)$: Konut ciro ortalama endeksinin logaritmasıdır. Takvim etkilerinden arındırılmış ciro endeksidir.

log(th): Toplam çevresel harcamalarının logaritmasıdır.

log(tsas): Tiyatro salon sayısının logaritmasıdır. İllerde bulunan toplam tiyatro salon sayısını göstermektedir.

log(fde): Fiyat düzey endekslerinin logaritmasıdır. Hanehalkının tüketim harcamalarına ait endekstir.

log(hfs): İhracat firma sayısının logaritmasıdır. Türkiye’de ihracat alanında faaliyet gösteren firma sayılarını temsil etmektedir.

log(tfs): İthalat firma sayısının logaritmasıdır. Türkiye’de ithalat alanında faaliyet gösteren firma sayılarını temsil etmektedir.

Kukla Değişkenler:

∂_1 : Sanayi sitelerindeki işyeri sayısı 1500 ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alır.

∂_2 : Devlet hastanesi sayısı 10 ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alır.

Tablo 2. Demografik Konut Fiyat Modelinin Grup İçi Tahmin Yöntemiyle Tespiti

Fixed-effects (within) regression		Number of obs = 648	
Group variable: id		Number of groups = 81	
R-sq: within = 0.9284		Obs per group: min = 8	
between = 0.0311		avg = 8.0	
overall = 0.1148		max = 8	
corr(u_i, xb) = -0.9441		F(12,555) = 599.90	
		Prob > F = 0.0000	

logkfe	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
logkt	.0054003	.0070863	0.76	0.446	-.008519 .0193195
logko	1.341215	.234089	5.73	0.000	.8814061 1.801024
loghos	.2322323	.0344889	6.73	0.000	.1644875 .2999771
logo	-.0101694	.0211683	-0.48	0.631	-.0517492 .0314103
logd1	(omitted)				
logso	-.1227628	.1566807	-0.78	0.434	-.4305224 .1849968
logsto	.199193	.1564966	1.27	0.204	-.1082051 .5065912
logkcoe	.0932955	.029055	3.21	0.001	.0362243 .1503668
logth	.4157027	.0310947	13.37	0.000	.3546251 .4767804
logtsas	.0092332	.0068432	1.35	0.178	-.0042086 .0226749
logfde	1.056609	.3729915	2.83	0.005	.3239614 1.789257
loghfs	.0059695	.0178765	0.33	0.739	-.0291444 .0410834
logtfs	.0207756	.0131692	1.58	0.115	-.005092 .0466431
logd2	(omitted)				
_cons	-6.061366	.8093426	-7.49	0.000	-7.651115 -4.471617

sigma_u	.25594277		
sigma_e	.02609729		
rho	.98971006	(fraction of variance due to u_i)	

F test that all u_i=0: F(80, 555) = 7.10 Prob > F = 0.0000

Grup içi tahmin yönteminin test sonucuna göre konut fiyatı (kfe) üzerinde; kentleşme oranlarının (ko), hanehalkı otomobil sayısının (hos), konut ciro ortalama endeksinin (kcoe), toplam çevresel harcamalarının (th) ve fiyat düzey endekslerinin (fde) olasılık değerleri (0,00) olduğundan (0,05) önem düzeyinde anlamlı oldukları görülmektedir. (d₁) ve (d₂) kukla değişkenleri

grup içi tahmin tekniği nedeniyle çoklu doğrusallığa neden olduklarından birim etki ile birlikte modelden düşmüştür. Modelden düşen (d_2) kukla değişkeni GEKK yönteminin analiz sonucunda anlamlı olduğu görülmüştür.

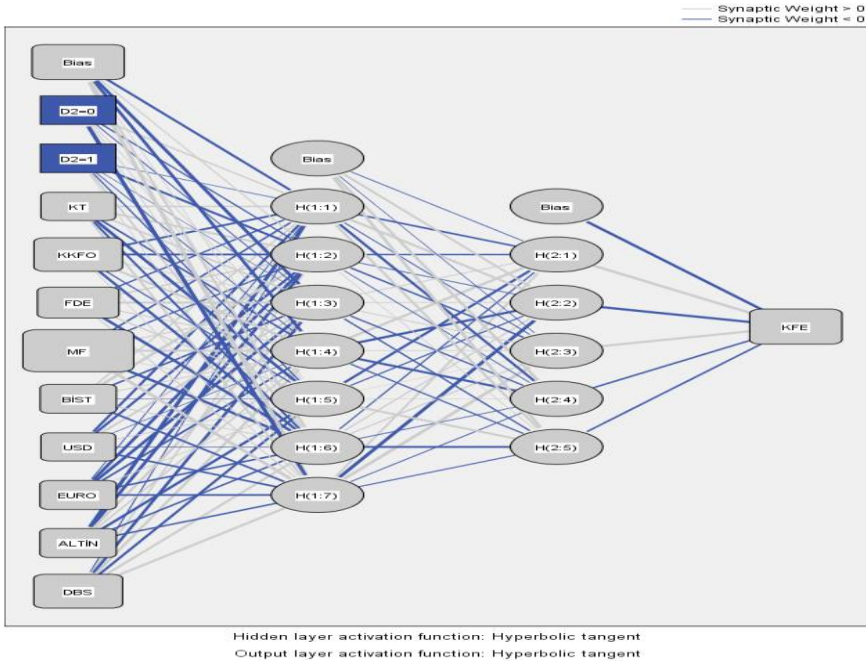
Belirlilik katsayısı R^2 değerine göre fiyat modelindeki açıklayıcı değişkenlerin konut fiyatları üzerindeki değişkenliğin yaklaşık olarak %93'ünü açıkladığı söylenebilir ve F istatistiğinin de anlamlı olduğu görülmektedir. Birim etki ile bağımsız değişkenler arasında korelasyon katsayısı (-0,9441) olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan $\rho = 0,99$ oran ilişkisi çok büyüktür. Buna göre Türkiye illerinin konut fiyatları üzerindeki heterojenliğinin önemi fazladır. Aşağıda anlamlı demografik faktörlerle oluşan sabit etkili yeni konut fiyat modeli görülmektedir.

$$\log(kfe)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log(ko)_{it} + \beta_2 \log(hos)_{it} + \beta_3 \log(kcoe)_{it} + \beta_4 \log(th)_{it} + \beta_5 \log(fde)_{it} + \partial_{21} \log d_{2i} + uit \quad (5.4)$$

Yapay Sinir Ağlarında MLP ve RBF Modellerinin Analizi

Anlamlı ekonomik ve demografik faktörlerle oluşturulan konut fiyat modellerine YSA metotlarından çok katmanlı MLP modeli ile radyal tabanlı RBF modeli uygulanacaktır.

Ekonomik Faktörler İçin Konut Fiyat Modeline MLP Uygulaması

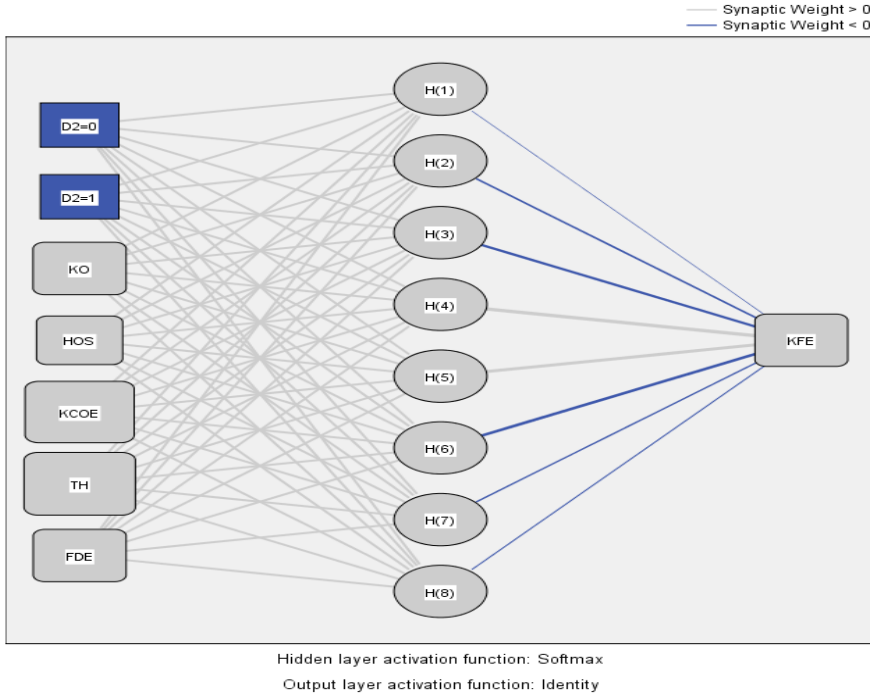


Şekil 2: Ekonomik Faktörler İçin Yapay Sinir Ağlarında MLP Model Mimarisi

Şekil 2’de ekonomik faktörlere ait YSA modelinin mimari yapısı görülmektedir. İleri beslemeli bir ağ olan bu YSA modelinde; bir girdi katmanı, iki gizli katman ve bir çıktı katmanı bulunmaktadır. Şekil 2’deki daireler nöronları, çizgiler ise ağırlıkları göstermektedir. Hiperbolik tanjant fonksiyonu hem gizli katmanlarda hem de çıktı katmanlarında kullanılmıştır. Girdi katmanında bağımsız değişkenler (KT, KKFO, FDE, MF, BİST, USD, EURO, ALTİN, DBS ve D2) yer almaktadır. Ayrıca ortada yer alan birinci gizli katmanda yedi nöron ve ikinci gizli katmanda ise beş nöron bulunmaktadır. Çıktı katmanında ise KFE yer almaktadır.

Demografik Faktörler İçin Konut Fiyat Modeline RBF Uygulaması

Aşağıdaki Şekil 3’te demografik faktörlere ait RBF modelinin mimari yapısı görülmektedir. Radyal tabanlı bir ağ olan bu RBF modelinde; bir girdi katmanı, bir gizli katman ve bir çıktı katmanı bulunmaktadır. Gizli katmanında kullanılan aktivasyon fonksiyonu normalleştirilmiş radyal tabanlı fonksiyondur. Girdi katmanında bağımsız değişkenler (KO, HOS, KCOE, TH, FDE ve D2) yer almaktadır. Ayrıca ortada yer alan gizli katmanda sekiz nöron bulunmaktadır. Çıktı katmanında ise KFE yer almaktadır.



Şekil 3: Demografik Faktörler İçin Yapay Sinir Ağlarında RBF Model Mimarisi

MLP’de Ekonomik ve RBF’de Demografik Faktörlerin Önem Analizi

Aşağıdaki Tablo 3’te, YSA modeli için hangi bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir. Buradaki mantık, tüm koşullar aynı kalsa da her YSA modeline atanan ilk ağırlıkların tesadüfî olması nedeniyle sonuçların az da olsa farklı çıkması ve bağımsız değişkenlerin önem sıralamasının değişmesidir. Tablo 3’te görüldüğü gibi *MLP* modeline ait ekonomik faktörler için mevduat faiz oranının konut fiyatı üzerine olan etkisi %100 olarak birinci sırada önem düzeyine sahiptir. %40,7 değeriyle devlet iç borçlanma senetleri ikinci sırada öneme sahipken, %39,4 değeriyle konut kredi faiz oranı üçüncü sırada önem düzeyine sahiptir. Diğer yandan *RBF* modeline ait demografik faktörler için toplam çevresel harcamalarının konut fiyatı üzerine olan etkisi %100’dür ve birinci sırada öneme sahiptir. %93,8 değeriyle konut ciro ortalama endeksi ikinci sırada öneme sahip iken %51,0 değeriyle illerin kentleşme oranları üçüncü sırada öneme sahip olmaktadır.

Tablo 3. Bağımsız Faktörlerin Önem Sıralamasına Ait Analiz Sonuç Tablosu

Ekonomik Faktörler	Önem	Normalleştirilen Önem (MLP)	Demografik Faktörler	Önem	Normalleştirilen Önem (RBF)
D2	0,016	%3,7	D2	0,034	%11,6
KT	0,009	%2,1	KO	0,151	%51,0
KKFO	0,172	%39,4	HOS	0,095	%32,2
FDE	0,091	%20,9	KCOE	0,277	%93,8
MF	0,438	%100	TH	0,295	%100
BİST	0,028	%6,3	FDE	0,148	%50,2
USD	0,009	%2,0			
EURO	0,029	%6,6			
ALTİN	0,030	%6,9			
DBS	0,178	%40,7			

Sonuç

Bu araştırma makalesinde, konut fiyatlarını etkileyen dengeli panel verilerine ait ekonomik ve demografik faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Bunun için konut fiyatlarını etkileyen faktörlere sabit etkili fiyat modelleri kurulmuştur. Kurulan bu modeller panel veri analizinde kullanılan Grup İçi Tahmin Yöntemi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda anlamlı faktörler üzerinden yeniden kurulan konut fiyat modellerine yapay sinir ağları teknikleri uygulanmıştır. Grup içi tahmin yönteminin uygulama sonucuna göre konut talebi (kt)'nin, konut kredi faiz oranının (kkfo), fiyat düzey endekslerinin (fde), mevduat faizinin (mf), Borsa İstanbul 100 endeksinin (bist), Amerikan dolarının (usd), Avrupa para birimi (euro)'nun, külçe altın (kaltin) yatırımının, Devlet iç borçlanma senetleri (dbs)'nin, kentleşme oranlarının (ko), hanehalkı otomobil sayısının (hos), konut ciro ortalama endeksinin (kcoe), toplam çevresel harcamalarının (th), fiyat düzey endekslerinin (fde), üniversite sayısı üç ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alan kukla değişkeninin ve devlet hastanesi sayısı 10 ve üzeri olan iller için 1, diğerleri için 0 değerini alan kukla değişkeninin olasılık değerleri (0,00) olduğundan (0,05) önem düzeyinde konut fiyatı üzerinde anlamlı etkileri olduğu görülmüştür. Diğer yandan grup içi tahmin yönteminin analiz sonucuna göre konut fiyatını etkileyen ekonomik faktörlerden Amerikan dolarının birinci sırada öneme sahip olduğu görülmektedir. Buna göre Grup içi tahmin yöntemi MLP ile uyumlu olmayan bir sonuç vermektedir. Diğer yandan Grup içi tahmin yönteminin sonucuna göre konut fiyatını etkileyen demografik faktörlerden toplam çevresel harcamalarının birinci sırada öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu da grup içi tahmin yönteminin RBF ile uyumlu bir sonuca sahip olduğunu göstermektedir.

Gayrimenkul sektörü ile konut fiyatları Türkiye ekonomisinin önemli yapıtaşlarından biridir. Konut fiyatları ile birlikte konut talebi üzerinde birden fazla ekonomik ve demografik değer belirlenmektedir. Belirlenen bu değerler sayesinde hanehalklarının konut talebi üzerinde ekonomik ve demografik davranışları etkilenmektedir. Konut sektöründe faaliyet gösteren uzmanlar, konut yatırımcıları ile hanehalklarının konut talebi üzerindeki ekonomik ve demografik davranışlarını belirleyen gayrimenkul ve konut fiyatları ile ilgili değerleri yakından takip etmelerini önermektedir.

Kaynakça

- Akay, Ö., & Yüksel, G. (2019). Hierarchical clustering of mixed variable panel data based on new distance. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 1-16.
- Baldemir, E., Kesbiç, C. Y., & İnci, M. (2007). Emlak piyasasında hedonik talep parametrelerinin tahminlenmesi (Muğla Örneği). 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi 24-25 Mayıs, İnönü Üniversitesi, Malatya.

- Baltagi, B. H. (2001). *Econometrics analysis of panel data*. New York: John Wiley & Sons Press.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometrics analysis of panel data* (3rd ed.). England: John Wiley & Sons Press.
- Çalışkan, Z. (2009). OECD ülkelerinde sağlık harcamaları: Panel veri analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 34, 117-137.
- Çelik, C. & Kıral, G. (2018). Konut satışlarının incelenmesinde panel veri analizi: Türkiye illeri örneği. M. K. Terzioğlu ve S. Dal (Ed.), *Ekonometride Güncel Konular İçinde* (s. 123-140). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ecer, F. (2014). Türkiye'deki konut fiyatlarının tahmininde hedonik regresyon yöntemi ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması. *International Conference On Eurasian Economies*, 1-10.
- Goodman, A. C. (1978). Hedonic prices, price indices and housing markets. *Journal of Urban Economics*, 5(4), 471-484.
- Greene, W. H. (1993). *Econometric analysis*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Gujarati, D. (2016). *Örneklerle ekonometri*. (N. Bolatoğlu. Çev.). Ankara: BB101 Yayınları.
- Gündoğdu, Ö. (2011). Sosyo-ekonomik ve mekânsal değişkenlerin hanehalkı kira harcamaları üzerine etkilerinin hedonik fiyat fonksiyonu ile tahmin edilmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Hamid, S. A., & Iqbal, Z. (2004). Using neural networks for forecasting volatility of S&P 500 index futures prices. *Journal of Business Research*, 57(10), 1116-1125.
- Kain, J. F., & Quigly, J. M. (1970). Measuring the value of housing quality. *Journal of the American Statistical Association*, 65(330), 532-548.
- Kaya, A. (2012). Türkiye'de konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile belirlenmesi. *TCMB Uzmanlık Tezi*, Ankara.
- Okkan, U., & Dalkılıç, H. Y. (2012). Radyal tabanlı yapay sinir ağı ile kemer barajı aylık akımlarının modellenmesi. *İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi*, 23(2), 5957-5966.

- Öğücü, M. O. (2006). Yapay sinir ağları ile sistem tanıma. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palmquist, R. B. (1984). Estimating the demand for the characteristics of housing. *The Review of Economics and Statistics*, 66(3), 394-404.
- Selim, S. (2008). Türkiye’de konut fiyatlarının belirleyicileri: Hedonik regresyon modeli. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 9(1), 65-76.
- Selim, S., & Demirbilek, A. (2009). Türkiye’deki konutların kira değerinin analizi: Hedonik model ve yapay sinir ağları yaklaşımı. *Aksaray üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 73-90.
- Straszheim, M. R. (1974). Hedonic estimation of housing market prices: A further comment. *The Review of Economics and Statistics*, 56(3), 404-406.
- Svozil, D., Kvasnicka, V., & Pospichal, J. (1997). Introduction to multi-layer feed-forward neural networks. *Chemometrics & Intelligent Laboratory System*, 39(1), 43-62.
- Tang, T. C., & Chi, L. C. (2005). Neural networks analysis in business failure prediction of Chinese importers: A between–countries approach. *Expert Systems With Applications*, 29(2), 244-255.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). Panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı, Beta Yayınları 2. Baskı, İstanbul.
- Üçdoğruk, Ş. (2001). İzmir ilinde emlak fiyatlarına etki eden faktörler: Hedonik yaklaşım. *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 16(2), 149-161.
- Wilhelmsson, M. (2002). Household expenditure patterns for housing attributes: A linear expenditure system with hedonic prices. *Journal of Housing Economics*, 11(1), 75-93.
- Yang, Z. (2000). An application of the hedonic price model with uncertain attribute: The case of the people’s republic of China. *Property Management*, MCB University Press, 19(1), 50-63.
- Yankaya, U., & Çelik, M. H. (2005). İzmir metrosunun konut fiyatları üzerindeki etkilerinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 20(2), 61-79.
- Yılmazel, Ö., Afşar, A., & Yılmazel, S. (2018). Konut fiyat tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanılması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 20, 285-300.

