

Türkiye’de 2. El Otomobil Fiyatlarının Tahmini ve Fiyat Belirleyicilerinin Tespiti*

Forecasting of Second-Hand Automobile Prices and Identification of Price Determinants in Turkey

Yrd. Doç. Dr. Fatih Ecer

Öz

Bu çalışmada web sitelerindeki ikinci el otomobil ilanlarından yararlanarak ikinci el otomobil fiyatlarının belirleyicileri araştırılmış ve fiyata yönelik tahminleme üzerinde durulmuştur. Bilindiği gibi ikinci el otomobil fiyatlaması gerek satıcılar gerekse de alıcılar açısından zor bir durumdur. Çalışmanın temel amacı ikinci el otomobil fiyatlamasında etkili olan faktörleri ortaya koymaktır. Diğer amaç ise iki istatistiksel modelin otomobil fiyatı belirleme noktasındaki tahmin performanslarını karşılaştırmaktır. Bu bağlamda çalışmada hedonik model ve yapay sinir ağları modeli kullanılmıştır. Hedonik modeller büyük veri setlerini analiz etmek için çoklu regresyon modellerinden yararlanır. Öte yandan hedonik fonksiyonların doğrusal olmama potansiyeline sahip olmaları nedeniyle çalışmada alternatif olarak yapay sinir ağlarına başvurulmuştur. Sonuç olarak çalışma, hem Türkiye’deki ikinci el otomobil fiyatlarının belirleyicilerini ortaya koymuş hem de yapay sinir ağlarının ikinci el otomobil fiyatlarının belirlenmesinde daha iyi bir yöntem olabileceği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İkinci El Otomobil Fiyatı, Hedonik Model, Yapay Sinir Ağları.

Abstract

In this study, determinants of second-hand automobile prices are examined and focused on the estimation of price using the second-hand automobile advertisements in web sites. As known, second-hand automobile pricing is a difficult matter for both automobile buyers and sellers. The primary goal of this paper is to identify

the determinants of second-hand automobile pricing. Additionally, the second purpose is to compare the prediction performances of two statistical models in order to predict second-hand automobile prices. In this context, hedonic models and artificial neural networks are handled in this study. Hedonic models utilize multiple regression models on large data sets in the analyses. On the other hand, artificial neural networks are employed in this study as an alternative method on account of potential non-linearity in the hedonic functions. As a conclusion, the present paper demonstrates both determinants of second-hand automobile prices in Turkey, and also artificial neural networks can be a better alternative method for prediction of the second-hand automobile prices.

Keywords: Second-hand Automobile Price, Hedonic Regression, Artificial Neural Networks.

Giriş

İkinci el otomobil fiyatlarının belirlenmesi gerek satıcılar gerekse de alıcılar açısından oldukça zordur. Çünkü insanlar alacakları ya da satacakları otomobilin fiyatını belirleme noktasında karmaşaya yaşayabilmektedirler. Özellikle de otomobile fazla ilgi duymayan ve teknik özellikleri hakkında az bilgi sahibi olan insanlar için bu karmaşaya daha da fazla olabilmektedir. Bahsedilen bu tür zor fiyatlandırma problemlerinin üstesinden gelebilmek için araştırmacılar çeşitli yöntemler önermişlerdir. İşeri ve Karlık (2009), Yapay Sinir Ağlarını (YSA) kullanarak bir

Yrd. Doç. Dr. Fatih Ecer, Afyan Kocatepe Üniversitesi İİBF, fecer@aku.edu.tr

* Bu çalışmanın kısıtlı bir şekli 13th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics sempozyumunda “İkinci El Otomobil Fiyatları Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Karşılaştırmalı Bir Çalışma” başlığıyla sunulmuştur.

otomobil fiyatlandırma modeli geliştirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında YSA'nın otomobilleri ucuz ya da pahalı şeklinde çeşitli istatistiksel yöntemlerden ve regresyon tekniklerinden daha iyi sınıflandırdığını göstermişlerdir. Asilkan ve Irmak (2009), YSA kullanarak ikinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarını tahmin etmişlerdir. Ayrıca YSA kullanılarak bulunan sonuçları, zaman serisi analizleri ile bulunmuş olan sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, YSA metodolojisinin ikinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarını tahmin etmede başarıyla kullanılabilceğini ortaya koymuştur. Asilkan (2011), en sık kullanılan veri madenciliği yöntemleri arasında yer alan regresyon analizi ve YSA kullanarak ikinci el otomobillerin güncel pazar fiyatlarının modellenebileceğini, özellikle de YSA'nın daha iyi modeller üretebileceğini göstermiştir. Irandoust (1998), İsveç otomobil pazarında yer alan yabancı otomobil üreticisi firmaların fiyatlandırma politikalarını analiz etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre otomobil fiyatlarının belirlenmesi aşamasında maliyetler, kalite ve faiz oranları etkili olmaktadır.

Hedonik modelleme, malların fiyatlarındaki değişimleri ve söz konusu fiyat değişimlerine etki eden faktörleri açıklamada oldukça yararlı olmaktadır (Hepşen, 2012). Hedonik modelleme ile malların fiyatları ile fiziksel ya da coğrafi özellikleri arasındaki ilişkiler modellenmeye çalışılır. Hedonik modeller analizlerde regresyon yöntemini esas alır. Hedonik modelin literatürde genellikle konut fiyatlarının belirlenmesinde kullanıldığı görülmektedir (Bin, 2004; Fletcher vd., 2004; Hepşen, 2012; Chen vd., 2009; He, 2010; Jim ve Chen, 2009; Chan vd., 2008; Tang ve Yiu 2010). İkinci el otomobil fiyatının belirlenmesine ilişkin yapılmış çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu bağlamda ikinci el otomobil fiyatlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde hedonik modellemeden faydalanılması çalışmanın özgün taraflarındandır.

Doğrusal olmayan ilişkilerin belirlenmesinde çok güzel sonuçlar veren YSA, bu çalışmada hedonik model alternatif olarak önerilmiştir. YSA, insan beyninin öğrenme sürecini taklit ederek oluşturulmuş bilgisayar sistemleridir. Kendilerine gösterilen örnekler ile eğitilebilirler ve bu sayede benzer konularda karar verebilirler. Bir YSA girdi, gizli ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşur. Her katmanda ise nöronlar bulunur. Bir nöron önce kendine gelen girdileri ve onların ağırlık değerlerini alır. İkinci aşamada net girdiyi hesaplar. Net girdi, her girdi değeriyle

kendi ağırlığının çarpılıp toplanmasıyla elde edilir. Elde edilen net girdi değeri aktivasyon fonksiyonları yardımıyla dönüştürülür ve böylece bir çıktı üretilir. YSA modellerinden en popüler olanı danışmanlı, ileri beslemeli ve geriyayılım (backpropagation) algoritmasını kullanan bir ağ olan ve Rumelhart vd. (1986) tarafından geliştirilen çok katmanlı algılayıcılar (ÇKA). Pek çok benzerliklerin olması sebebiyle ÇKA modeli çoklu regresyon analizinin iyi bir alternatifi olarak görülebilir (Tay ve Ho, 1992).

Çalışmanın iki temel amacı olup birincisi ikinci el otomobil fiyatlarının belirleyicilerini tespit etmektir. Bu bağlamda hedonik modelden yararlanılmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı ise hedonik modelin ikinci el otomobil fiyatlarını tahmin etme becerisiyle YSA'yı karşılaştırmaktır. Bu amaçlar çerçevesinde hazırlanan çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde çalışmada kullanılan modeller hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde veri seti tanımlanmıştır. Hedonik modelin nasıl oluşturulduğuna dördüncü bölümde değinilmiştir. Beşinci bölümde analizlerde elde edilen bulgulara yer verilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar ele alınmıştır.

Çalışmada Yararlanılan Modeller

Çalışmanın amaçları çerçevesinde iki istatistiksel modelden yararlanılmıştır: Hedonik model ve yapay sinir ağları modellerinden ÇKA. Hedonik model, hem ikinci el otomobil fiyatlarının belirleyicilerinin ortaya konulabilmesi hem de fiyat tahmini yapma amacına ulaşmada, ÇKA ise özellikle fiyat tahmini yapma amacına yönelik olarak çalışmada tercih edilmiştir.

Hedonik Model

Hedonik yaklaşımda bir ürünün özelliklerinin fiyat üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Diğer bir ifadeyle hedonik model, bir ürünün özellikleriyle fiyatı arasında ilişki kurarak ek bir özelliğin ürünün fiyatı üzerindeki etkisinin belirlenmesinde kullanılır. Regresyon analizi, ürün piyasasında hedonik yaklaşım olarak adlandırılmaktadır. Regresyon modeli bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin yorumlanmasına olanak verir. Modelin yapısının basit olması ve hesaplama kolaylığı sağlaması onu cazip ve güçlü yapan iki unsurdur. Bununla beraber doğru fonksiyonu belirlemenin zorluğu ise zayıf tarafıdır. *Y* ba-

ğımli değişkeni, X_i i . bağımsız değişkeni ve β_i i . bağımsız değişkenin katsayısını göstermek üzere hedonik modeli (1) numaralı formülle ifade edilebilir:

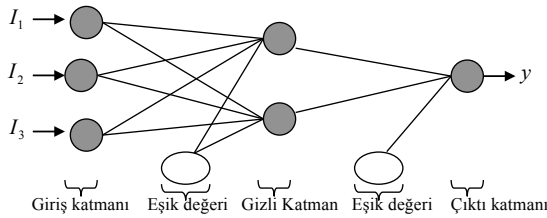
$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon \quad (1)$$

Görüldüğü gibi hedonik modelin yapısı çoklu regresyon modeliyle aynıdır. Ancak hedonik yaklaşımda farklı fonksiyonel yapılar kullanılabilir. En çok kullanılan fonksiyonel yapılar lineer form, doğal logaritma, logaritma ve kök dönüşümüdür.

Hedonik model yaklaşımına getirilen bazı eleştiriler vardır. Bu eleştiriler genellikle arz ve talebin belirlenmesi, hedonik modelin fonksiyonel formu ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesiyle ilgilidir (Selim, 2009). Ancak sağladığı avantajlar nedeniyle hedonik modeller literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Coulson ve McMillen, 2008; Fletcher, Mangan ve Raeburn, 2004; Kiefer, 2011; Kiel ve Zabel, 2008; Stadelmann, 2010).

Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA)

Şekil 1'de görülen ÇKA modeli doğrusal olmayan regresyonun farklı bir formu olarak görülebilir (Selim, 2009).



Şekil 1. Bir ÇKA Ağı

En çok kullanılan YSA modellerinden olan ÇKA modeli ileri beslemeli bir ağ olup Rumelhart, Hinton ve Williams (1986) tarafından geliştirilmiştir. ÇKA modeli danışmanlı öğrenme stratejisi üzerine kurulu olup ileri beslemeli bir ağıdır. ÇKA ağlarını eğitmek için geri yayılım algoritması kullanılır. Bu algoritma hatayı geriye doğru yayarak en aza indirir. Aktivasyon fonksiyonu olarak ise çalışmada hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonun matematiksel formu,

$$\psi(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (2)$$

şeklinde olup çıktılar (-1,1) arasında değer alır.

MLP ağlarında karşılaşılan en önemli sorun, eğitim aşamasının işlem yükü nedeniyle uzun zaman almasıdır. Diğer bir sorun ise ağı belirlediği ağırlıkların yorumlanmasının güçlüğüdür (Bishop, 1994).

Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri setinde farklı marka ve modellerden tesadüfi 640 otomobil yer almaktadır. Otomobillere ilişkin veriler 2012 yılı içinde Türkiye'deki ikinci el otomobil web sitelerinden derlenmiştir (<http://www.sahibinden.com>, <http://www.arabam.com>). Veri derleme aşamasında farklı marka ve modellerden birbirine yakın sayıda otomobil seçilmeye çalışılmış ve böylelikle bir rastgele örneklem oluşturulmuştur. Tablo 1'de ikinci el otomobil fiyatını tahmin etmeye yönelik model oluşturmada yararlanılan 42 değişken ile bu değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Değişkenler "marka ve model", "yaş", "kilometre", "motor gücü", "motor hacmi", "hava yastığı sayısı", "sensör sayısı", "boyalı parça sayısı", "değişen parça sayısı", "renk", "yakıt", "kasa", "aktarma", "klima", "vites", "koltuk" ile "diğer otomobil özellikleri" başlıkları altında toplanmıştır. "Diğer otomobil özellikleri" kukla değişkenlerden oluşmakta olup geriye kalan gruplardaki değişkenler ise kategoriktir. Hedonik yaklaşımda kategorik değişkenlerde temel sınıfları araştırmacı kendisi belirlemektedir. Bu çalışmada kategorik değişkenler içindeki hangi sınıfın temel sınıf olduğu Tablo 1'de belirtilmiştir. Örneğin otomobil marka ve modellerinde Audi A3, motor gücünde ise 0-100 hp sınıfı temel sınıftır.

Hedonik Modelin Oluşturulması

Hedonik model kurulurken uygun fonksiyonel formu belirlemek büyük önem taşımaktadır. Ancak otomobil fiyatıyla otomobil özellikleri arasındaki uygun fonksiyonel formun nasıl olması gerektiğine ilişkin literatürde çok az yönlendirici kaynak bulunmaktadır. Bununla birlikte genel bir değerlendirme yapmak

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Tüm örneklem	
	Ortalama	St. sapma
Log (Otomobil fiyatı)	4.484	0.205
<i>Marka ve modeli</i>		
Audi A3 (Temel sınıf)	0.027	0.164
Audi A4	0.039	0.194
Audi A5	0.023	0.151
BMW 3	0.028	0.165
BMW 5	0.013	0.111
BMW 1	0.013	0.111
Chevrolet Cruze	0.011	0.104
Chevrolet Aveo	0.019	0.136
Chevrolet Lacetti	0.011	0.104
Citroen C4	0.011	0.104
Citroen C5	0.028	0.165
Citroen C3	0.014	0.118
Fiat Albea	0.025	0.156
Fiat Linea	0.028	0.165
Fiat Grande Punto	0.014	0.118
Ford Focus	0.028	0.165
Ford Mondeo	0.023	0.151
Honda Civic	0.042	0.201
Honda Jazz	0.027	0.161
Honda Accord	0.025	0.156
Hyundai Getz	0.011	0.104
Hyundai İ30	0.009	0.096
Mazda 3	0.027	0.161
Mazda 2	0.013	0.111
Mercedes E serisi	0.016	0.124
Mercedes C serisi	0.016	0.124
Mercedes B serisi	0.013	0.111
Nissan Micra	0.013	0.111
Nissan Almera	0.025	0.156
Nissan Primera	0.028	0.165
Opel Corsa	0.038	0.190
Opel Astra	0.025	0.156
Opel Vectra	0.031	0.174
Peugeot 308	0.016	0.124
Peugeot 207	0.017	0.130
Peugeot 407	0.014	0.118
Renault Clio/Symbol	0.017	0.130
Renault Megane	0.017	0.130
Renault Laguna	0.019	0.136
Seat Leon	0.036	0.186
Seat İbiza	0.014	0.118
Seat Cordoba	0.030	0.170
Skoda Octavia	0.017	0.130
Toyota Corolla	0.014	0.118
Toyota Auris	0.013	0.111
Toyota Avensis	0.011	0.104
Volkswagen Passat	0.031	0.174
Volkswagen Jetta	0.013	0.111
Volkswagen Golf	0.011	0.104
<i>Yaşı</i>		
0-2	0.411	0.492
2-4 (Temel sınıf)	0.391	0.476
4+	0.198	0.399

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler (Devamı)

<i>Kilometresi</i>		
0-30000 (Temel sınıf)	0.253	0.434
30000-60000	0.252	0.434
60000-90000	0.220	0.415
90000-120000	0.152	0.359
120000+	0.123	0.329
<i>Motor gücü (hp)</i>		
0-100 (Temel sınıf)	0.406	0.485
100-125	0.334	0.472
125+	0.259	0.439
<i>Motor hacmi (lt)</i>		
0-1.6 (Temel sınıf)	0.728	0.542
1.6-2.0	0.250	0.433
2.0+	0.022	0.146
<i>Hava yastığı sayısı</i>		
0-2 (Temel sınıf)	0.341	0.469
2-5	0.420	0.494
5+	0.239	0.427
<i>Sensör sayısı</i>		
0-1	0.527	0.500
1-3 (Temel sınıf)	0.325	0.463
3+	0.148	0.356
<i>Boyalı parça sayısı</i>		
0-1	0.888	0.316
1-3 (Temel sınıf)	0.095	0.289
3+	0.017	0.130
<i>Değişen parça sayısı</i>		
0-1 (Temel sınıf)		
1-3	0.045	0.208
3+	0.016	0.124
	0.939	0.252
<i>Rengi</i>		
Gri	0.408	0.492
Siyah (Temel sınıf)	0.216	0.405
Beyaz	0.108	0.310
Mavi	0.084	0.278
Lacivert	0.084	0.278
Kırmızı	0.061	0.239
Yeşil	0.020	0.141
Diğer	0.019	0.136
<i>Yakıt</i>		
Dizel (Temel sınıf)	0.454	0.498
Benzinli	0.546	0.476
<i>Kasa</i>		
Hatchback (HB)	0.457	0.457
Sedan (Temel sınıf)	0.543	0.499
<i>Aktarma</i>		
Önden (Temel sınıf)	0.905	0.325
Arkadan	0.095	0.294
<i>Klima</i>		
Analog (Temel sınıf)		
Dijital	0.560	0.497

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler (Devamı)

<i>Vites</i>		
Manuel (düz)	0.739	0.440
Otomatik-triptonik (Temel sınıf)	0.261	0.423
<i>Koltuk</i>		
Kumaş (Temel sınıf)	0.777	0.328
Deri	0.223	0.417
<i>Diğer otomobil özellikleri</i>		
LPG	0.083	0.276
Garanti	0.395	0.489
ABS	0.883	0.322
ASR	0.534	0.499
ESP	0.563	0.496
VDC	0.086	0.280
EDL	0.220	0.415
EBD	0.283	0.451
İsofix	0.311	0.463
İmmobilizer	0.767	0.423
Fonksiyonel direksiyon	0.634	0.482
Deri direksiyon	0.402	0.491
Hız sabitleyici	0.339	0.474
Yol bilgisayarı	0.706	0.456
Açılır tavan	0.197	0.398
Keylessgo	0.084	0.278
Arka kamerası	0.050	0.218
Xenon far	0.305	0.461
Sis farı	0.672	0.470
Cam tavan	0.111	0.314
Kasetçalar	0.106	0.308
MP3	0.355	0.479
CD çalar	0.539	0.544
Bluetooth	0.175	0.380
6 hoparlör	0.331	0.471
Gözlem sayısı (n)	640	

gerekirse hedonik modellerde logaritmik formun sıklıkla kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu formun tercih edilmesindeki başlıca sebep verilere oldukça iyi uyum sağlamasındandır. Ayrıca logaritmik modelden elde edilen katsayılar otomobilin fiyatına etki eden özelliklerin oranları şeklinde de yorumlanabilmektedir (Bkz., Halvorsen ve Palmquist, 1980). Buradan hareketle bu çalışmada logaritmik form tercih edilmiştir. Model kurulurken otomobil fiyatının logaritması bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Kurulan model (1) nolu formüldeki gibidir:

$$\log F = \beta x + u \quad (3)$$

(3) numaralı formülde F otomobil fiyatını, β katsayı matrisini, x bağımsız değişkenleri ve u ise hata terimini göstermektedir. Ayrıca hedonik modeli tah-

min etmede sıradan en küçük kareler (SEK) metodu kullanılmıştır. Analizlerin gerçekleştirilmesinde ise STATA 12.0 programından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Değerlendirme

Bu bölümde hedonik modelden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Tablo 2'de hedonik modelin sonuçları görülmektedir. Sonuçlardan görüldüğü gibi açıklayıcı değişkenler arasında çoklu bağıntı sorunu yoktur. Fakat açıklayıcı değişkenler arasında değişen varyans olduğu yapılan White testi ile ortaya çıkmıştır. Bu problemi ortadan kaldırmak için White (1980) tarafından geliştirilen varyans kovaryans matrisi kullanılarak standart hatalar düzeltilmiştir. Tablo 2'de görüldüğü gibi pek çok değişken istatistiksel olarak anlamlıdır ve katsayıların işaretleri de beklentiler doğrultusundadır.

Tablo 2. Hedonik Model Sonuçları ile Yüzdesele Etkiler

Bağımsız değişkenler	Tüm örneklem			
	Katsayı	Standart hata	t -istatistiği	Yüzdesele etkiler
<i>Marka ve modeli</i>				
Audi A4	0.034	0.020	1.679*	3.539
Audi A5	0.177	0.023	7.827***	19.846
BMW 3	- 0.009	0.025	- 0.343	#
BMW 5	0.116	0.030	3.879***	12.597
BMW 1	- 0.077	0.028	- 2.748***	- 7.573
Chevrolet Cruze	- 0.205	0.027	- 7.613***	- 18.915
Chevrolet Aveo	- 0.333	0.024	- 13.812***	- 28.865
Chevrolet Lacetti	- 0.259	0.027	- 9.604***	- 23.272
Citroen C4	- 0.325	0.028	- 11.807***	- 28.281
Citroen C5	- 0.268	0.023	- 11.662***	- 23.975
Citroen C3	- 0.254	0.025	- 10.337***	- 22.879
Fiat Albea	- 0.182	0.022	- 8.347***	- 16.985
Fiat Linea	- 0.240	0.022	- 11.119***	- 21.767
Fiat Grande Punto	- 0.135	0.025	- 5.403***	- 12.897
Ford Focus	- 0.144	0.020	- 7.234***	- 13.695
Ford Mondeo	- 0.133	0.022	- 5.916***	- 12.719
Honda Civic	- 0.322	0.021	- 15.074***	- 28.061
Honda Jazz	- 0.321	0.024	- 13.554***	- 27.987
Honda Accord	- 0.242	0.021	- 11.272***	- 21.927
Hyundai Getz	- 0.262	0.027	- 9.796***	- 23.507
Hyundai İ30	- 0.130	0.028	- 4.642***	- 12.450
Mazda 3	- 0.129	0.022	- 5.784***	- 12.361
Mazda 2	- 0.075	0.029	- 2.605***	- 7.384
Mercedes E serisi	- 0.206	0.024	- 8.568***	- 18.998
Mercedes C serisi	- 0.174	0.023	- 7.706***	- 16.303
Mercedes B serisi	- 0.149	0.026	- 5.807***	- 14.135
Nissan Micra	- 0.170	0.025	- 6.720***	- 15.960
Nissan Almera	- 0.217	0.022	- 9.992***	- 19.904
Nissan Primera	- 0.146	0.021	- 6.857***	- 13.872
Opel Corsa	- 0.288	0.021	- 13.762***	- 25.515
Opel Astra	- 0.190	0.023	- 8.397***	- 17.662
Opel Vectra	- 0.159	0.020	- 8.042***	- 15.009
Peugeot 308	- 0.158	0.023	- 6.792***	- 14.922
Peugeot 207	- 0.238	0.023	- 10.329***	- 21.606
Peugeot 407	- 0.256	0.026	- 9.834***	- 23.037
Renault Clio/Symbol	- 0.182	0.023	- 7.839***	- 16.985
Renault Megane	- 0.064	0.023	- 2.720***	- 6.336
Renault Laguna	- 0.278	0.024	- 11.759***	- 24.749
Seat Leon	- 0.162	0.021	- 7.635***	- 15.270
Seat İbiza	- 0.123	0.024	- 5.124***	- 11.821
Seat Cordoba	- 0.113	0.021	- 5.333***	- 10.915
Skoda Octavia	- 0.068	0.026	- 2.674***	- 6.719
Toyota Corolla	- 0.189	0.024	- 7.838***	- 17.577
Toyota Auris	- 0.175	0.027	- 6.556***	- 16.389
Toyota Avensis	- 0.259	0.026	- 9.992***	- 23.272
Volkswagen Passat	- 0.287	0.022	- 13.357***	- 25.439
Volkswagen Jetta	- 0.253	0.026	- 9.709***	- 22.800
Volkswagen Golf	- 0.210	0.027	- 7.705***	- 19.329
<i>Yaşı</i>				
0-2	0.053	0.007	7.541***	5.571
4+	- 0.046	0.006	- 7.058***	- 4.596

Tablo 2. Hedonik Model Sonuçları ile Yüzdesele Etkiler (Devamı)

<i>Kilometresi</i>				
30000-60000	- 0.007	0.007	- 1.024	#
60000-90000	- 0.036	0.008	- 4.490***	- 3.615
90000-120000	- 0.051	0.010	- 5.241***	- 5.083
120000+	- 0.063	0.010	- 6.014***	- 6.240
<i>Motor gücü (hp)</i>				
100-125	0.037	0.008	4.494***	3.857
125+	0.080	0.011	7.059***	8.527
<i>Motor hacmi (lt)</i>				
1.6-2.0	- 0.001	0.007	- 0.142	#
2.0+	0.034	0.019	1.773*	3.539
<i>Hava yastığı sayısı</i>				
2-5	0.006	0.007	0.800	#
5+	0.000	0.009	0.003	#
<i>Sensör sayısı</i>				
0-1	- 0.009	0.007	- 1.367	#
3+	0.017	0.009	1.960*	1.754
<i>Boyalı parça sayısı</i>				
0-1	0.013	0.008	1.722*	1.339
3+	- 0.000	0.019	- 0.022	#
<i>Değişen parça sayısı</i>				
1-3	0.012	0.011	1.100	#
3+	0.001	0.019	0.074	#
<i>Rengi</i>				
Gri	- 0.002	0.006	- 0.327	#
Beyaz	0.006	0.009	0.719	#
Mavi	- 0.000	0.009	- 0.040	#
Lacivert	- 0.014	0.013	- 1.084	#
Kırmızı	- 0.021	0.010	- 2.019**	- 2.125
Yeşil	- 0.004	0.016	- 0.225	#
Diğer	0.008	0.017	0.489	#
<i>Yakıt türü</i>				
Benzinli	0.051	0.005	9.241***	- 5.355
<i>Kasa türü</i>				
Hatchback (HB)	0.021	0.008	2.673***	- 2.171
<i>Aktarma</i>				
Arkadan	0.052	0.016	3.301***	- 5.463
<i>Klima</i>				
Dijital	0.002	0.006	0.289	#
<i>Vites tipi</i>				
Manuel (düz)	- 0.012	0.007	- 1.824*	- 1.220
<i>Koltuk</i>				
Deri	0.022	0.007	3.325***	2.276

Tablo 2. Hedonik Model Sonuçları ile Yüzselsel Etkiler (Devamı)

<i>Diğer otomobil özellikleri</i>				
LPG	0.015	0.009	1.712*	1.546
Garanti	0.017	0.006	2.877***	1.754
ABS	0.027	0.009	3.118***	2.800
ASR	0.001	0.006	0.095	#
ESP	0.002	0.006	0.335	#
VDC	- 0.010	0.009	- 1.089	#
EDL	0.015	0.007	2.191**	1.546
EBD	- 0.008	0.006	- 1.214	#
İsofix	0.008	0.005	1.422	#
İmmobilizer	0.013	0.006	- 2.289**	1.339
Fonksiyonel direksiyon	0.007	0.005	1.327	#
Deri direksiyon	0.004	0.006	0.683	#
Hız sabitleyici	0.010	0.007	1.563	#
Yol bilgisayarı	0.006	0.006	1.058	#
Açılır tavan	0.020	0.009	2.296**	2.067
Keylessgo	0.001	0.009	0.107	#
Arka kamerası	- 0.005	0.011	- 0.464	#
Xenon far	0.001	0.005	0.249	#
Sis farı	0.006	0.006	1.050	#
Cam tavan	0.015	0.009	1.597	#
Kasetçalar	0.026	0.008	3.261***	2.695
MP3	0.006	0.005	1.091	#
CD çalar	0.001	0.005	0.310	#
Bluetooth	0.030	0.007	4.188***	3.116
6 hoparlör	0.006	0.006	0.994	#
Sabit	4.530	0.023	195.925***	
R^2	0.9464			
Düzeltilmiş R^2	0.9359			
F istatistiği (prob)	90.14	(0.000)		
<i>White testi</i>				
F istatistiği (prob)	3.198	(0.000)		
nR^2	141.157	(0.000)		

*p<.10, ** p<.05, *** p<.01, #: İstatistiksel olarak anlamsız.

Tablo 2'nin son sütununda otomobil fiyatına etki eden değişkenlerin yüzselsel etkileri yer almaktadır. Yüzselsel etkiler (4) numaralı formülle hesaplanmıştır:

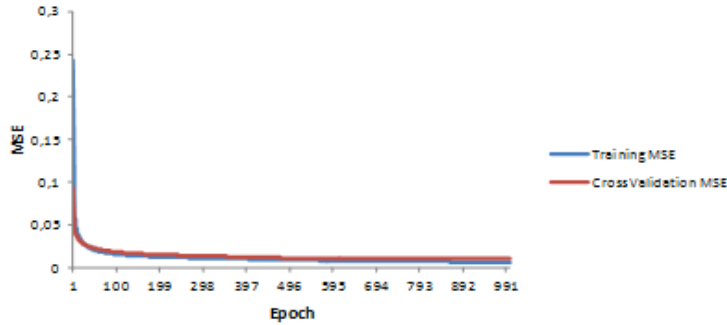
$$YE = (e^{\beta} - 1) \cdot 100 \quad (4)$$

Formül (4)'te YE yüzselsel etkiyi, e doğal logaritma tabanını, β ise katsayı matrisini göstermektedir. Tablo 2 incelendiğinde Audi A4, Audi A5 ve BMW 5 haricindeki tüm otomobillerin ikinci el fiyatının temel sınıf olarak kabul edilen Audi A3'ün fiyatından %6-28 arasında daha düşük olduğu görülmektedir. Örneğin Seat Leon'un ikinci el fiyatı Audi A3'e göre yaklaşık %15 daha düşüktür. Buna karşın Audi A5'in

fiyatı ise Audi A3'e göre yaklaşık %20 daha fazladır. Hedonik model sonuçlarına göre 2 yaşına kadar olan otomobillerin fiyatı temel sınıfa (2-4 yaş) göre yaklaşık %6 daha yüksek, 4 yaş üzerindeki otomobillerin fiyatı ise temel sınıfa göre yaklaşık %5 daha düşüktür. 60000 km'nin üzerindeki otomobillerin fiyatı temel sınıfa (0-30000) göre %3 ile %6 arasında daha düşüktür. Ayrıca hedonik model sonuçları motor gücü arttıkça otomobilin fiyatının da yükseldiğini göstermiştir. Motor gücü 100-125 hp ile 125 hp'nin üzerindeki otomobillerin fiyatı, motor gücü 100 hp'den az olan otomobillere göre sırasıyla yaklaşık %4 ve %9 daha yüksektir. Benzer şekilde sonuçlar motor hacmi 2.0 lt'den fazla olan otomobillerin ikinci el fiyatının motor hacmi 1.6 lt'ye kadar olanlardan yaklaşık %4 daha

yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Otomobildeki sensör sayısı 3’ün üzerinde olduğunda otomobilin fiyatı temel sınıfa (1-3) göre yaklaşık %2 daha yüksek olmaktadır. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farklı yanlarından biri de ikinci el otomobil fiyatları üzerine araçtaki boyalı ya da değişen parça sayısının etkisinin araştırılmasıdır. Tablo 2’deki sonuçlar incelendiğinde değişen parça sayısının fiyat üzerinde etkili olmadığı ancak boyalı parça sayısı azaldığında fiyatın arttığı görülebilir. Diğer bir ifadeyle boyalı parça sayısı en çok bir olan otomobillerin ikinci el fiyatı boyalı parça sayısı 1-3 arasında olanlara göre yaklaşık %1 daha yüksektir. Ayrıca bu çalışmada otomobillerin renginin fiyat üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Buna göre siyah renk temel sınıf alındığında kırmızı renkli otomobillerin fiyatının siyah renklilere göre yaklaşık %2 daha ucuz olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen diğer bulgular ise şöyledir: Benzinli otomobillerin ikinci el fiyatı dizellere göre yaklaşık %5, hatchback otomobillerin fiyatı sedan modellere göre yaklaşık %2, arkadan çekişli otomobillerin fiyatı önden çekişlilere göre yaklaşık %5, düz vitesli otomobillerin fiyatı ise otomatik-triptonik olanlara göre yaklaşık %1 daha ucuzdur. Bununla birlikte deri koltuğa sahip otomobillerin fiyatı kumaş koltuklu otomobillere göre %2 daha pahalıdır. Ayrıca “diğer otomobil özelliklerinin” otomobillerin ikinci el fiyatı üzerindeki etkileri incelendiğinde ise çoğu özelliğin otomobil fiyatını arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci elde fiyatı arttıran otomobil özellikleri arasında otomobilde LPG olması, otomobilin garantiye sahip olması, otomobilde ABS ve EDL bulunması, otomobilin immobilizer özelliğinin olması, otomobilde açılır tavan, kasetçalar ve bluetooth özelliklerinin bulunması yer almaktadır. Bu özelliklerin her biri ikinci elde otomobil fiyatını yaklaşık olarak % 2-3 arasında arttırmaktadır.

Çalışmanın temel amaçlarından bir diğeri de hedonik modelin ikinci el otomobil fiyatını tahmin performansı ile YSA’nın tahmin performansını karşılaştırmaktır. YSA’nın tahmin performansını belirlemek için ÇKA modeli kullanılmıştır. ÇKA modelinin tahmin performansını belirlerken ikinci el otomobil fiyatına etki edebileceği düşünülen tüm değişkenler analize alınmıştır. Gerek hedonik modelde gerekse de ÇKA modelinde veri seti 3’e ayrılmıştır. NeuroSolutions 6 programı kullanılarak yapılan analizlerde verilerin %60’ı eğitim, %15’i geçerlilik ve %25’i ise test için ayrılmıştır. ÇKA modelinde eğitim 721. iterasyonda durdurulmuştur (Şekil 2). Çünkü bu noktadan itibaren geçerlilik setinin MSE değeri yükselmeye başlamıştır.

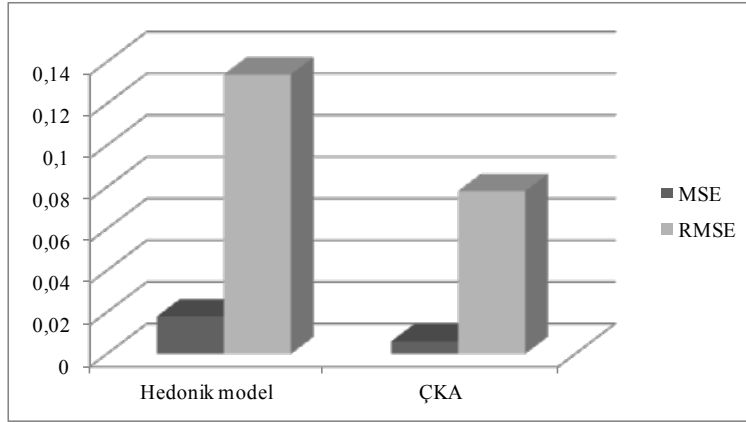


Şekil 2. İterasyon Sürecinde MSE Değerinin Değişimi

Analizlerin ardından her iki modelin tahmin performansı MSE ve RMSE değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3’te bu değerler verilmiş, Şekil 3’te ise grafiksel olarak modellerin tahmin performansları gösterilmiştir. Elde edilen hata değerleri göz önüne alındığında ÇKA modelinin tahmin performansının hedonik modele göre daha iyi olduğu sonucuna varılabilir.

Tablo 3. Modellerin Tahmin Performanslarının Karşılaştırılması

	Hedonik model	ÇKA
MSE	0.018	0.006
RMSE	0.134	0.078



Şekil 3. Modellerin Tahmin Performanslarının Karşılaştırılması

Sonuç

Bu çalışmada ikinci el otomobil fiyatının belirleyicileri araştırılmıştır. Analizlerde iki farklı modelleme yaklaşımı kullanılmıştır: Hedonik model ve YSA. Hedonik model kullanılarak aslında ikinci el otomobillerin özelliklerinin fiyat üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda öncelikle ikinci el otomobillerin fiyatlarını belirleyen ve istatistiksel olarak anlamlı olan faktörler tespit edilmiştir. Hedonik model sonuçlarına göre ikinci el otomobil fiyatına en çok etki eden faktörler otomobilin marka ve modeli, motor gücü, kilometresi, yaşı, yakıt türü ve aktarma olmuştur. Ayrıca bu faktörlerin ikinci el otomobil fiyatları üzerinde yüzdesel olarak hangi oranlarda etkili oldukları da bulunmuştur. Hedonik fonksiyonların doğrusal olmama potansiyeline sahip olması sebebiyle çalışmada hedonik modele alternatif olarak YSA kullanılmış ve ikinci el otomobil fiyatları tahmin edilmiştir. Modellerin tahmin performansı sonuçlarına göre YSA, hedonik modele göre daha iyi tahminler gerçekleştirmiş ve üstünlüğü kanıtlanmıştır. Böylelikle çalışma, YSA'nın ikinci el otomobil fiyatı tahmininde hedonik modelin alternatifi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Kaynakça

- Asilkan, Ö. ve Irmak, S. (2009). İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14 (2), 375-391.
- Asilkan, Ö. (2011). İkinci El Otomobillerin Güncel Pazar Fiyatlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Modellenmesi. *Akademik Bakış Dergisi*, 24, 1-19.
- Bin, O. (2004). A prediction comparison of housing sales prices by parametric versus semi-parametric regressions. *Journal of Housing Economics*, 13, 68-84.
- Bishop, C. M. (1994). Neural Networks and Their Applications. *Review of Scientific Instruments*, 65 (6), 1803-1832.
- Chan, E. H. W., So, H. M., Tang, B. S ve Wong, W. S. (2008). Private space, shared space and private housing prices in Hong Kong: An exploratory study. *Habitat International*, 32: 336-348.
- Chen, Z., Cho, S., Poudyal, N. ve Roberts, R. K. (2009). Forecasting housing prices under different sub-market assumptions. *Urban Studies*, 46 (1), 167-187.

- Coulson N. E., McMillen D. P. (2008). Estimating time, age and vintage effects in housing prices. *Journal of Housing Economics*, 17, 138-151.
- Fletcher, M., Mangan, J. ve Raeburn, E. (2004). Comparing hedonic models for estimating and forecasting house prices. *Property Management*, 22(3), 189-200.
- Halvorsen, R. ve Palmquist, R. (1980). The interpretation of dummy variables in semilogarithmic regressions. *American Economic Review*, 70 (June), 474-475.
- He, C., Wang, Z., Guo, H., Sheng, H., Zhou, R., Yang, Y. (2010). Driving Forces Analysis for Residential Housing Price in Beijing. *Procedia Environmental Sciences* 2, 925-936.
- Hepşen, A. (2012). Finansal Krizlerde Gayrimenkul Fiyat Endekslerinin Önemi ve Endekslerin Oluşturulmasında Kullanılan Yöntemler. *Sermaye Piyasası Dergisi*, Nisan, 1-19.
- <http://www.arabam.com>, Erişim Tarihi: 23.10.2012.
- <http://www.sahibinden.com>, Erişim Tarihi: 14.09.2012.
- Irاندoust, M. (1998). Pricing Policy in the Swedish Automobile Market. *Journal of Economics and Business*, 50 (3), 309-317.
- İşeri, A. ve Karlık, B. (2009). An artificial neural networks approach on automobile pricing. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2155-2160 (Part 1).
- Jim, C.Y., Chen, W.Y. (2009). Value of scenic views: hedonic assessment of private housing in Hong Kong. *Landscape Urban Planning*, 91 (4), 226-234.
- Kiefer, H. (2011). The house price determination process: Rational expectations with a spatial context. *Journal of Housing Economics*, 20, 249-266.
- Kiel, K. A. ve Zabel J. E. (2008). Location, location, location: The 3L Approach to house price determination. *Journal of Housing Economics*, 17, 175-190.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G., ve Williams, R. (1986). Learning Representation by Back-Propagating Errors. *Nature*, 323, 9, 533-536.
- Selim, H. (2009). Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression versus artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 36 (2009), 2843-2852.
- Stadelmann, D. (2010). Which factors capitalize into house prices? A Bayesian averaging approach. *Journal of Housing Economics*, 19, 180-204.
- Tang, B. S. ve Yiu, C.Y. (2010). Space and scale: a study of development intensity and housing price in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, 96, 172-182.
- Tay, D.P.H. ve Ho, D.K.K. (1992). Artificial Intelligence and the Mass Appraisal of Residential Apartments. *Journal of Property Valuation and Investment*, 10(2), 525-540.
- White, H. (1980). Heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroscedasticity. *Econometrica*, 48, 817-838.