



Received: April 25, 2017
Accepted: October 13, 2017
Published Online: October 15, 2017

AJ ID: 2017.05.02.OR.02
DOI: 10.17093/alphanumeric.309051

Returned Product Acquisition Pricing by Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

Yusuf Kuvvetli, Ph.D. *

Res. Assist., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Çukurova University, Adana, Turkey, ykuvvetli@cu.edu.tr

* Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balcalı Kampüsü 01330, Adana / Türkiye

ABSTRACT

In recent years, reverse logistics have become increasingly important for the firms as a both environmental and economical approach. By collecting the returned products, firms realize to recover after kind of activities. In return products collection, due to the fact that each returned products have different functionality, determining the acquisition price of the used products is an important problem. For this reason, a pricing approach that can be used for collecting returned products is proposed in this study. Since the different product models can be exist and the acquisition price can be affected by the new product price, the acquisition price is predicted by the ratio of the new product price to acquisition price. In this study, the acquisition price ratio to new product price is modeled by the adaptive neuro fuzzy inference system and a case study is conducted for the used cell phones collection. Four phone models that have different release dates take into consideration with general appearance and functionality parameters. When the results are examined, the proposed method prediction's is pretty close to the expert view.

Keywords:

Returned Products, Acquisition Pricing, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Collecting Used Cell Phones

Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi İle Dönen Ürünlerin Fiyatlandırılması

ÖZ

Tersine lojistik faaliyetleri firmalar için hem çevreci hem de ekonomik bir yaklaşım olarak son yıllarda giderek artan bir öneme sahip olmaktadır. Firmalar, dönen ürünleri toplayarak çeşitli işlemler sonrasında geri kazanım gerçekleştirmektedir. Dönen ürünlerin toplanmasında, her bir dönen ürünün fonksiyonel durumu birbirinden farklı olduğu için kullanılmış ürünü geri alma bedeline karar vermek önemli bir sorundur. Bu nedenle, bu çalışmada dönen ürünlerin toplanmasında kullanılabilir bir fiyatlandırma yaklaşımı önerilmiştir. Farklı ürün modelleri olabileceğinden ve dönen ürün fiyatının yeni ürün fiyatından etkilenebileceğinden dolayı dönen ürünün fiyatı, yeni ürün fiyatına oranı olarak tahmin edilmiştir. Çalışmada dönen ürünün yeni ürün fiyatına oranı adaptif sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi ile modellenmiş ve kullanılmış cep telefonlarının toplanmasında uygulanmıştır. Dört farklı çıkış yılına sahip telefon modelinin genel görünüm ve fonksiyonellik parametreleri göz önüne alınmıştır. Sonuçlar incelendiğinde önerilen yaklaşımın uzman görüşüne oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler:

Dönen Ürün, Dönen Ürünlerin Fiyatlandırılması, Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi, Kullanılmış Cep Telefonlarının Toplanması



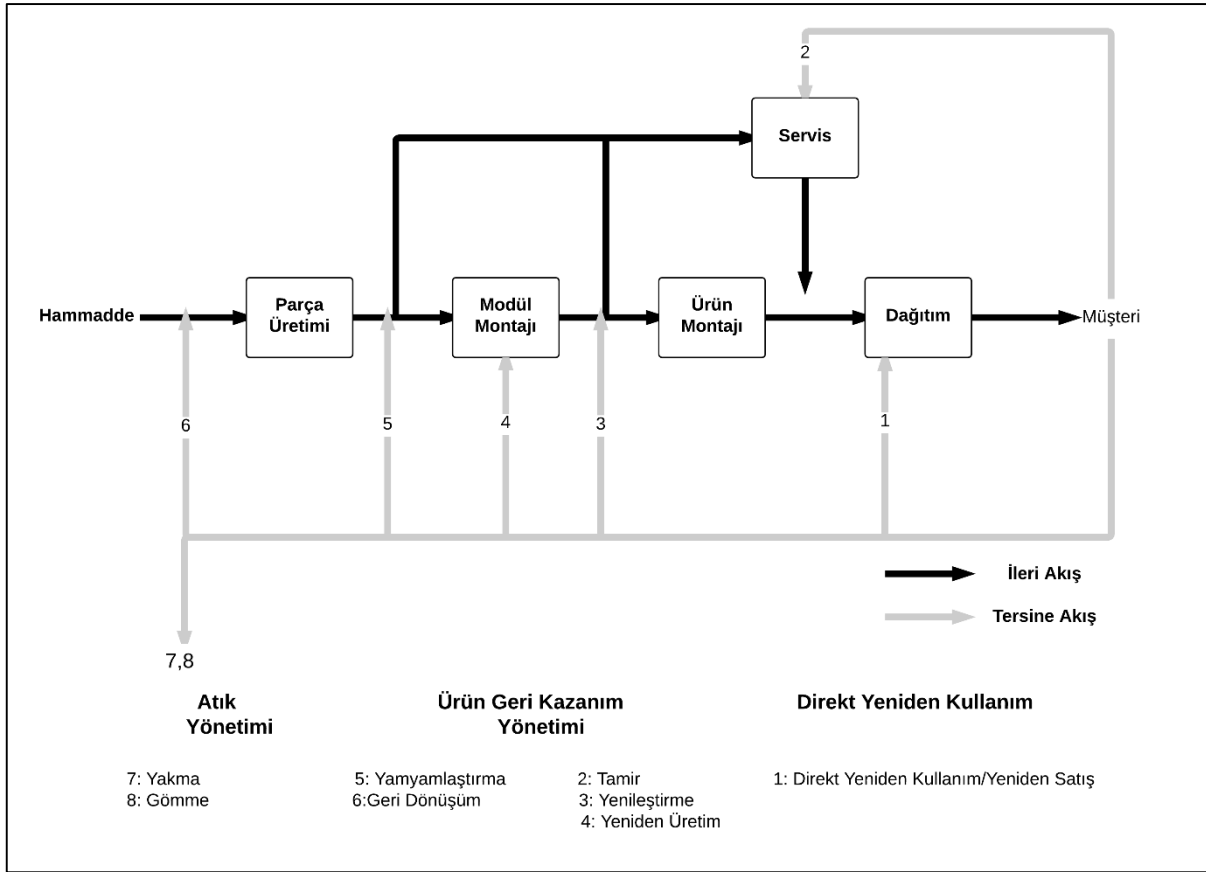
1. Giriş

Çevreye bilincinin artması ve doğal kaynakların azalması tersine lojistiğe verilen önemi giderek arttırmıştır. Ülkemizde 2012 yılında yayınlanan “Atık Elektrik ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında üreticilerin 2013 yılında bilişim ve telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları kategorisinde toplam 0.05 kg/kişi-yıl miktarında toplama hedeflerine ulaşmaları gerekirken 2018 yılında bu hedef 0.64 kg/kişi-yıl olarak gerçekleşecektir [1].

Dönen ürünler, genel olarak kullanım ömrünü tamamlamış ürünleri ifade etmektedir. Spesifik olarak dönen ürünler şunlar olabilir: [2]

- Yeniden kullanım ya da tamir şansı olan ancak işlevlerini yerine getiremeyen ürünler,
- Müşteri için değer oluşturan ancak son kullanma ya da leasing tarihi sona eren ya da yaklaşan ürünler,
- Geri çağırılan ürünler,
- Perakendecide yer alan satılmayan ya da istenmeyen ürünler (teşhir vs.)
- Yerine yenisini koyma (pull and replace) tamirlerinden elde edilen kullanılabilir parçalar.

Tersine lojistik, kullanılmış ürünlerdeki değeri kazanmak ya da imha etmek için müşteriden toplanmasını ve yeniden işlenmesini sağlayan tüm faaliyetleri kapsar [3]. Şekil 1’de tersine lojistikte yer alan faaliyetler görülmektedir. Buna göre müşteriden toplanan kullanılmış ürünler ikinci el olarak direk satılabileceği gibi bu parçaların servis parçası olarak kullanımı da söz konusu olabilir. Ürün parçalarına ayrılarak yeniden üretim, yamyamlaştırma gibi faaliyetler yapılabileceği gibi hammadde düzeyinde geri dönüşüm de yapılabilir. Tüm bu faaliyetlerde değer elde edilemeyen ürün ya da parçalar yakma ya da gömme ile imha edilebilir.



Şekil 1. Tersine lojistik işlemleri [4]

Tersine lojistiğin yönetimini zorlaştıran karakteristikler; (i) dönüşlerin belirsiz zaman ve miktarda olması, (ii) dönen ürünlerin yeni ürün talebiyle dengelenme ihtiyacı, (iii) demontaj, (iv) geri kazanılan malzemelerin belirsizliği, (v) malzeme eşleştirme kısıtları, (vi) tersine lojistik ağı ve (vii) malzemelerin stokastik rotalara sahip olması ve yüksek değişkenliğe sahip işlem zamanlarıdır [5]. Tersine lojistiği zorlaştıran (i), (ii), (iv) ve (v) karakteristikleri kullanılmış ürünlerin toplanmasının önemini göstermektedir.

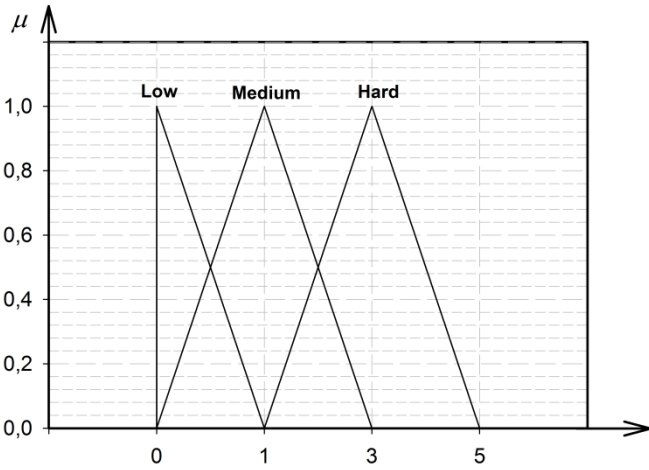
Toplama faaliyetlerinin zorluğunun yanı sıra, optimal toplama fiyatlarının belirlenmesinde toptan ve perakende fiyatların da etkisi gözetilerek karar verilebilir [6]. Liang ve ark tarafından yapılan çalışmada, birden fazla alıcı ve satıcının bulunduğu serbest Pazar ortamında sadece yeniden üretim süreci için değil aynı zamanda çekirdek ürünlerin gelecek satış fiyatları için çekirdek fiyatlaması yapılmıştır [7]. Dönen ürünlerdeki belirsizliğin yüksek olması nedeniyle fiyatlandırmada genellikle simülasyon ve stokastik yaklaşımlar kullanılmıştır (bkz [7-10]). Telekomünikasyon ürünlerinin farklı tersine lojistik işlemlerine uygun olması ve son kullanıcılarla perakendeci arasındaki ilişkiler (yenileme programları, servis hizmetleri vs.) sebebiyle fiyatlandırma ve diğer kararlar sıklıkla çalışılmıştır (bkz [11-13]).

Bu çalışmada, cep telefonu örneği için toplanan kullanılmış ürünlerin fiyatlandırılması için adaptif sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemini temel alan bir yaklaşım önerilmiştir. Geliştirilen yaklaşım için fiyatlandırmada, genel görünüm ve ürün fonksiyonlarını yerine getirebilme faktörleri ele alınmış ve model çıkış yılına göre dört farklı model için yeni ürün fiyat yüzdesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Model çıkış yılı malzeme eşleştirme kısıtları ve dönen ürünlerin yeni ürün talebiyle dengelenmesi ihtiyacı nedeniyle önemlidir. Fonksiyonellik ve görünüm ise telefonun detaylı

incelenmesini gerektirmeden fiyatlandırılmasının sağlanması açısından girdi olarak seçilmiştir.

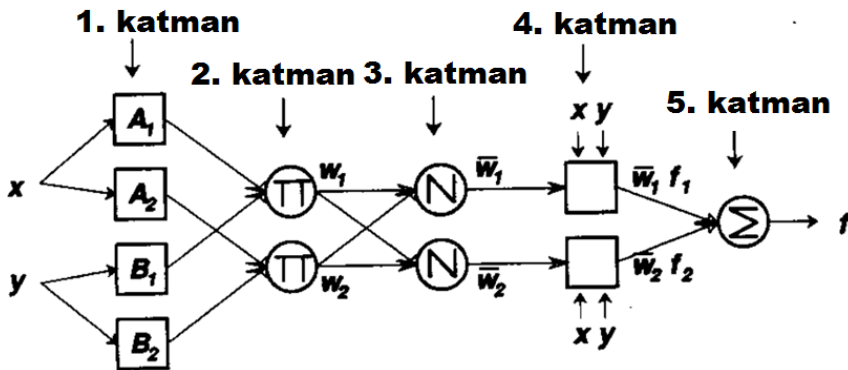
2. Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi

Gerçek hayattaki birçok örnekte de yer aldığı gibi nesnel kesin olarak bir sınıfın elemanı olmayabilir. Bulanık kümeler, nesnelere sınıflarının bir üyelik derecelendirme süreci ile belirlendiği ve Zadeh tarafından önerilen yaklaşımdır [14]. Buna göre her nesnenin üyeliği Şekil 2’de görüldüğü gibi 0-1 arasında yer alan üyelik fonksiyonu değerleriyle belirlenir. Buna göre, örneğin 2 değeri hem “medium” hem de “hard” üyelik fonksiyonlarında değer alabilmektedir.



Şekil 2. Örnek bir bulanık üyelik fonksiyonu

Adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) sınıflandırma, kural tabanlı süreç kontrolü ve örüntü tanıma gibi problemlerde kullanılan ve yapay sinir ağı tabanlı bir yaklaşımdır [15]. Bu sistemler, uzmanlardan edinilmesi güç olan bulanık çıkarım kurallarının yapay sinir ağları gibi veri yönetimli bir öğrenme süreci ile edinilmesini sağlar [16]. Şekil 3’te ANFIS mimarisi görülmektedir. Buna göre ilk katmanda girdilerin üyelikleri hesaplanırken, ikinci katmanda üyelik değerleri çarpılır ve üçüncü katmanda normalize edilerek dördüncü katmanlarda çıktı değeri hesaplanır.

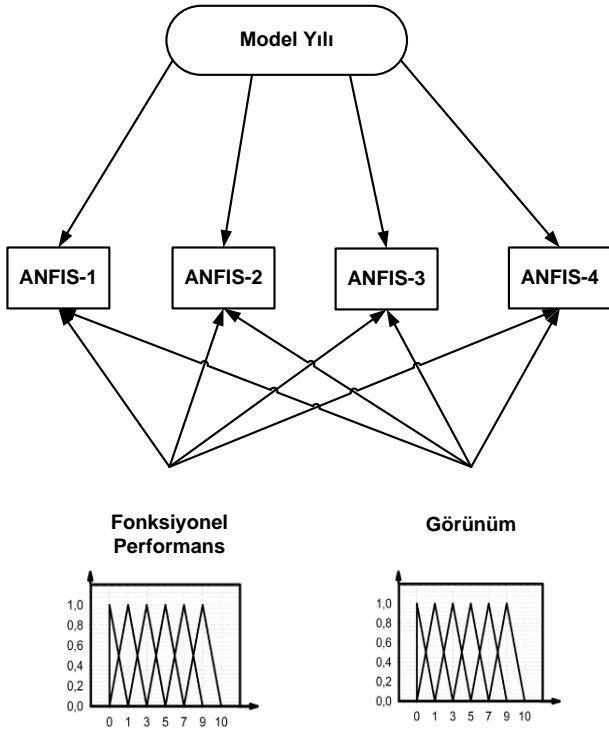


Şekil 3. İki girdi ve iki kurala sahip ANFIS mimarisi [17]

3. ANFIS İle Dönen Ürünlerin Fiyatlandırılması

Dönen ürünlerin fiyatlandırılmasında kullanılacak olan ANFIS yapısı Şekil 4’te görülmektedir. Buna göre farklı telefon modelleri için girdi olarak telefon ekranının ve

telefonun fonksiyonel çalışmasının değerlendirilmesi yer alırken çıktı olarak telefonun yeni telefonun fiyat yüzdesi yer almaktadır. Aynı markaya sahip dört farklı çıkış yılına sahip telefon modeli için ANFIS modelleri ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bunun sebebi telefonların çıkış tarihinin de dönen ürün fiyatlamasında etkili olmasıdır.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan adaptif sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi

Önerilen yaklaşımının uygulanmasında, bölgesel olarak faaliyet gösteren bir telefon firmasından elde edilen veriler kullanılmıştır. İncelenen firma servis ve ikinci el satış hizmeti vermekte ve bu nedenle sıklıkla kullanılmış telefon fiyatlaması yapmaktadır. ANFIS uygulamalarında Sugeno tipi bulanık mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımın modellenmesi, 3.6 GHz işlemcili ve 8 GB RAM bulunan bilgisayarda MATLAB yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. Bulgular

ANFIS sistemlerinin uygulanmasında üyelik fonksiyonu seçimi ve kullanılacak üyelik fonksiyonu sayıları sistemin performansına etki edebilir. Bu nedenle farklı üyelik fonksiyonu (Ü.F.) ve üyelik fonksiyon sayıları için önerilen yaklaşım test edilmiş ve sırasıyla Tablo 1 ve 2'de performansları (hata kareleri ortalaması (MSE) ve R2) özetlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde yamuk üyelik fonksiyonunun ANFIS-2 ve ANFIS-3 dışındaki tüm ANFIS uygulamalarında ve genelde daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu nedenle ANFIS sistemlerinin oluşturulmasında yamuk üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Her bir girdi değişkeni için kaç tane üyelik fonksiyonu kullanılmasının daha iyi olduğu incelendiğinde, en iyi sonuç ANFIS-2 dışındaki tüm ANFIS uygulamaları ve verilerin geneli için 3 değerinde elde edilmiştir. Bu nedenle kullanılacak üyelik fonksiyonu sayısı 3 olarak seçilmiştir.

	Üçgen Ü.F.		Yamuk Ü.F.		Genelleştirilmiş Çan Eğrisi Ü.F.		Çan Eğrisi Ü.F.	
	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²
ANFIS1	0.348	0.988	0.167	0.993	0.265	0.991	1.716	0.937
ANFIS2	0.331	0.979	0.719	0.955	0.920	0.954	19.075	0.305
ANFIS3	1.043	0.986	0.033	0.999	0.236	0.997	0.746	0.990
ANFIS4	0.787	0.987	0.045	0.999	0.074	0.999	0.133	0.998
Genel	0.627	0.986	0.241	0.995	0.374	0.992	5.418	0.884

Tablo 1. Bulanık üyelik fonksiyon seçimi

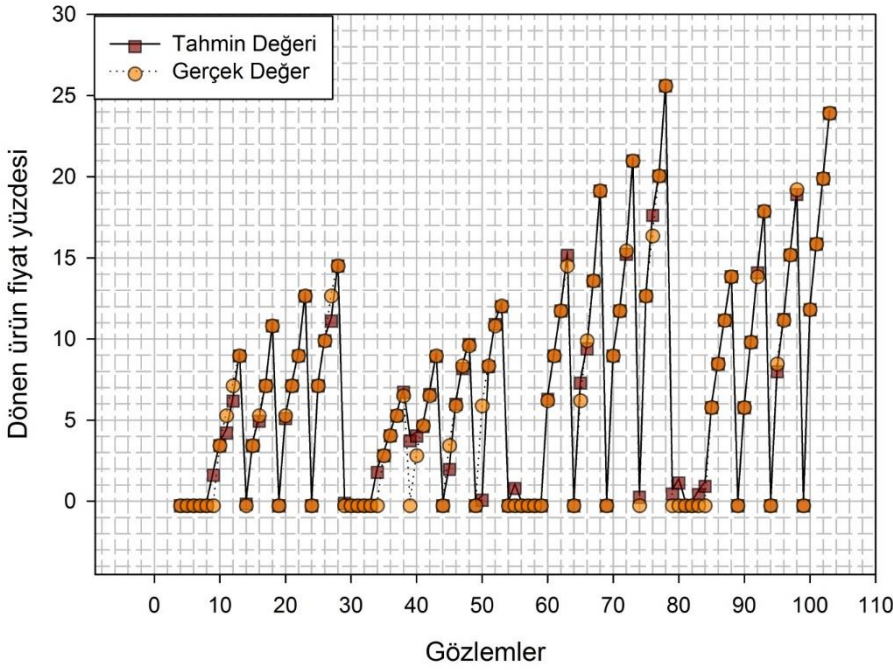
Ü.F. Sayısı	Genel		ANFIS1		ANFIS2		ANFIS3		ANFIS4	
	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²
2	1.520	0.966	1.617	0.935	1.054	0.947	1.815	0.972	1.595	0.974
3	0.241	0.995	0.167	0.993	0.719	0.955	0.033	0.999	0.045	0.999
4	6.077	0.866	0.130	0.995	0.006	0.999	0.569	0.992	23.602	0.627
5	37.441	0.374	11.647	0.663	3.837	0.819	53.323	0.419	80.959	0.133
6	30.496	0.492	19.501	0.422	10.683	0.499	32.062	0.637	59.739	0.310
7	34.432	0.432	23.022	0.313	13.648	0.373	41.372	0.540	59.685	0.307
8	34.156	0.412	15.574	0.489	15.348	0.273	66.967	0.301	38.734	0.488
9	30.489	0.468	15.574	0.540	14.536	0.308	60.704	0.324	31.141	0.570
10	27.668	0.541	27.660	0.192	13.001	0.470	34.804	0.628	35.206	0.516

Tablo 2. Bulanık üyelik fonksiyon sayısının seçimi

Seçilen koşullar altında ANFIS uygulamaları gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te özetlenmiştir. Buna göre eğitim veri setinde oldukça düşük hatalar ve yüksek R2 değerleri ile ANFIS'ler eğitilmiştir. Test verileri eğitimde kullanılmadığı için en önemli kriterlerden birisi test veri setinde doğru tahminlerin yapılabilmesidir. Buna göre test veri setinde oldukça düşük MSE ve oldukça yüksek R2 değerleri görülmektedir. Önerilen yaklaşımın başarısı, incelenen tüm telefon modellerinin verileri için Şekil 5'te görülen gerçek değerler ile tahmin sonuçlarının kıyaslanmasında da görülmektedir.

	Test MSE Değeri	Tüm Veriler MSE Değeri	Test R ² Değeri	Tüm Veriler R ² Değeri
ANFIS-1	1.0069	0.3222	0.9857	0.9870
ANFIS-2	7.1642	2.2953	0.4323	0.8557
ANFIS-3	0.6114	0.1956	0.9953	0.9973
ANFIS-4	0.5918	0.1894	0.9984	0.9976
Genel	0.7506		0.9830	

Tablo 3. Kullanılan test ve tüm veriler için hata kareleri ve R2 değerleri



Şekil 5. Tahminlerin gerçek verilere uyumu

5. Sonuç

Son yıllarda birçok firma, dönen ürünlerini toplayarak kullanım süresini tamamlamış ürünlerden geri kazanım elde etmektedir. Özellikle tüketici elektroniği gibi ürünlerde model geçişleri ile birlikte kullanıcılar yeni modeller için geri kazanım programlarından yararlanmaktadır. Bu çalışmada, dönen ürünlerin müşteriden satın alınması için bir fiyatlandırma sistemi önerisi yapılmıştır. Dönen ürünlerin dönüş miktarının ve kalite düzeyinin belirsiz olması fiyatlandırılmasını zorlaştıran bir etmendir. Bu çalışmada, bu sorunun çözümü için adaptif sinir ağına dayalı bulanık çıkarım sistemi kullanılarak cep telefonları için bir fiyatlandırma mekanizması önerilmiştir. Dört farklı model çıkış yılına sahip telefon modeli için genel görünüm ve fonksiyonelliği temel alınarak fiyatlandırma yapılmaya çalışılmıştır. Gelecek çalışmalar için fiyatlandırma yaklaşımının daha fazla telefon modeli ile yaygınlaştırılması yapılabileceği gibi farklı tahmin metotları ile de fiyatlandırma yapılması sağlanabilir.

Kaynakça

- [1]. TCŞB, Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, T.C.ç.v.Ş. Bakanlığı, Editor. 2012, Resmi Gazete.
- [2]. Blumberg, D.F., Introduction to management of reverse logistics and closed loop supply chain processes. 2004: CRC Press.
- [3]. Pochampally, K.K., S. Nukala, and S.M. Gupta, Strategic planning models for reverse and closed-loop supply chains. 2008: CRC Press.
- [4]. Thierry, M., et al., Strategic issues in product recovery management. California management review, 1995. 37(2): p. 114-135.
- [5]. Guide Jr, V.D.R., et al., Supply-chain management for recoverable manufacturing systems. Interfaces, 2000. 30(3): p. 125-142.
- [6]. Qiaolun, G., J. Jianhua, and G. Tiegang, Pricing management for a closed-loop supply chain. Journal of revenue and pricing management, 2008. 7(1): p. 45-60.
- [7]. Liang, Y., S. Pokharel, and G.H. Lim, Pricing used products for remanufacturing. European Journal of Operational Research, 2009. 193(2): p. 390-395.

- [8]. Xiong, Y., et al., Dynamic pricing models for used products in remanufacturing with lost-sales and uncertain quality. *International journal of production economics*, 2014. 147: p. 678-688.
- [9]. Seidi, M. and A.M. Kimiagari, A HYBRID GENETIC ALGORITHM-NEURAL NETWORK APPROACH FOR PRICING CORES AND REMANUFACTURED CORES. *South African Journal of Industrial Engineering*, 2010. 21(2): p. 131-148.
- [10]. Pokharel, S. and Y.J. Liang, A model to evaluate acquisition price and quantity of used products for remanufacturing. *International Journal of Production Economics*, 2012. 138(1): p. 170-176.
- [11]. Guide Jr, V.D.R., R.H. Teunter, and L.N. Van Wassenhove, Matching demand and supply to maximize profits from remanufacturing. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2003. 5(4): p. 303-316.
- [12]. Franke, C., et al., Remanufacturing of mobile phones—capacity, program and facility adaptation planning. *Omega*, 2006. 34(6): p. 562-570.
- [13]. Robotis, A., S. Bhattacharya, and L.N. Van Wassenhove, The effect of remanufacturing on procurement decisions for resellers in secondary markets. *European Journal of Operational Research*, 2005. 163(3): p. 688-705.
- [14]. Zadeh, L.A., Fuzzy sets. *Information and Control*, 1965. 8(3): p. 338-353.
- [15]. Buragohain, M. and C. Mahanta, A novel approach for ANFIS modelling based on full factorial design. *Applied Soft Computing*, 2008. 8(1): p. 609-625.
- [16]. Czogala, E. and J. Leski, *Fuzzy and neuro-fuzzy intelligent systems*. Vol. 47. 2012: Physica.
- [17]. Jang, J.-S., ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 1993. 23(3): p. 665-685.