

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ TAHMİNİNDE YAPAY SİNİR AĞLARI, LOJİSTİK REGRESYON VE AYIRMA ANALİZİNİN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

PREDICTING CUSTOMER SATISFACTION BY COMPARING PERFORMANCES OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS, LOGISTIC REGRESSION AND DISCRIMINANT ANALYSIS

Yrd.Doç.Dr.Nezih TAYYAR¹

ÖZET

Bu çalışmada Müşteri Memnuniyetinin tahmini için Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizinin performansları karşılaştırılmıştır. Veriler Uşak'taki kamu hastanelerinde 2007 yılında yapılan hasta memnuniyetini ölçmeyi amaçlayan bir anket uygulanarak elde edilmiştir ve 364 hastayı kapsamaktadır. Sonuçlar Yapay Sinir Ağlarının diğer yöntemlere göre müşteri memnuniyetini daha iyi tahmin ettiğini göstermiştir.

ABSTRACT

In this study, performances of Artificial Neural Networks, Logistic Regression and Discriminant Analysis were compared to predict Customer Satisfaction. Data were extracted from the patient satisfaction query which was applied in 2007 at the outpatient clinics of Uşak Public Hospitals and consist of 364 patients. Results show that Artificial Neural Networks predicted Customer Satisfaction than other methods.

Müşteri Memnuniyeti, Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon, Ayırma Analizi.

Customer Satisfaction, Artificial Neural Networks, Logistic Regression, Discriminant Analysis.

1. GİRİŞ

Yeni müşteri elde etmenin maliyeti, var olan müşterinin memnun edilmesi ve elde tutulması maliyetinden 5-10 kat daha fazladır ve ortalama bir şirket her yıl müşterilerinin %10 - %30'unu kaybeder (Reichheld, 1996).

¹ Uşak Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

Bu nedenle işletmeler yeni müşteri kazanma çabalarının yanı sıra var olan müşterilerini memnun edebilmeli ve onları ellerinde tutabilmelidir. Bu bağlamda müşterilerin firmaya bağlı müşteriler olmaları, gelecek dönemdeki alışverişlerini aynı firmadan yapmaları çok önemlidir. Müşteri memnuniyeti ile tekrar satın alma eğilimi arasında pozitif ve doğrudan bir ilişki olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır (Cronin ve Taylor, 1992; Fornell, 1992; Patterson ve Spreng, 1997). Konunun bu denli önemli olması nedeniyle bu çalışmada Müşteri Memnuniyeti Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizi kullanılarak tahmin edilmiştir.

Müşteri memnuniyeti (Oliver, 1997:13) “müşterinin (tüketimle ilgili) tatmin olma tepkisi” olarak tanımlanmaktadır. Daha geniş tanımıyla müşteri memnuniyeti; “tatminkarlık ve tatmin olmama seviyeleri de dâhil olmak üzere, bir mal veya hizmetin bir özelliğinden veya bütün olarak kendisinden tüketimle ilgili keyif verici tatminkarlık yargısıdır (Duman, 2003:47).

Müşteri memnuniyetini belirlemek için yapılan çalışmalarda daha çok geleneksel istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada müşterinin algıladığı hizmet kalitesi ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişki genellikle çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılarak açıklanmaya çalışılır (Anton, 1996; Vavra, 1997). Tolon (2007) müşteri memnuniyetini ölçmekte kullanılan yöntemleri örnekleriyle birlikte şöyle vermiştir: “Churchill ve Surprenant (1982) Varyans analizi ve F-testi, Piercy ve Morgan (1995) Faktör analizi ve Korelasyon, Löthgren ve Tambour (1996) Veri Zarflama Analizi, Hallowell (1996) Regresyon, Söderlund (1998) Faktör analizi, Bowen ve Chen (2001) Frekans analizi, Moutinho vd. (2001) Yapay sinir ağları, Wiele vd. (2001) Faktör analizi, Varyans Analizi, Yeung vd. (2002) Regresyon analizi, Liao ve Chiang (2005) Faktör analizi, Korelasyon, T-Testi”. Çörek (2003) ise en sık rastlanan müşteri memnuniyeti ölçüm yöntemlerinin sırasıyla Çoklu Linear Regresyon Analizi, Korelasyon Analizi, Faktör Analizi, Kümeleme Analizi, Çok Boyutlu Ölçekleme, Karar Ağacı ve Yapay Sinir Ağları olduğunu belirtmiştir.

Son yıllarda müşteri memnuniyeti ile ilgili yapılan çalışmalarda Yapay Sinir Ağları kullanılmaya başlanmıştır (Willson ve Wragg, 2001; Audrain, 2002; Grønholdt ve Martensen, 2005). Ancak müşteri memnuniyetinin modellenmesinde Yapay Sinir Ağlarının performansını geleneksel istatistiksel yöntemlerle karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı müşteri memnuniyetini Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizi kullanarak tahmin etmek ve bu tekniklerin performanslarını karşılaştırmaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yapay Sinir Ağları giriş (bağımsız) ve çıkış (bağımlı) değişkenleri arasındaki karmaşık ilişkileri incelemek için kullanılmaktadır (Nelson ve Illingworth, 1994). 1980’lerden sonra Yapay Sinir Ağları kullanılarak yapılan araştırmalarda hızlı bir artış olmuştur (Rumelhart ve McClelland, 1986).

Yapay Sinir Ağlarının Pazarlama alanında kullanımı yeni olmasına rağmen, değişkenlerin arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri açığa çıkarabilmesi nedeniyle giderek daha çok kullanılmaktadır (Paliwal ve Kumar, 2009).

Yapay Sinir Ağları iş idaresi ve pazarlama alanlarında popüler olmuş ve pek çok problemin çözümünde kullanılmıştır. Bunlar arasında müşteri segmentlerinin belirlenmesi, satış tahmini, yeni mamül geliştirme ve hedef pazarlama sayılabilir. (Fausett, 1994; Hassoum, 1995; Hu vd., 1999; Zahavi ve Levin, 1997; Zhang vd., 1999). Ville (1996) Yapay Sinir Ağları ile tüketici davranışları, müşteri segmenti ve reklâm arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Zahavi ve Levin (1997) farklı Yapay Sinir Ağları yapıları kullanarak pazarlama tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Fish vd., (1995) geri beslemeli yapay sinir ağları kullanarak hedef pazarı bölümlenmişlerdir. Lee v.d. (2008) tüketici davranışlarının hastane seçimine olan etkilerini Yapay Sinir Ağları ile incelemiştir.

Yapay Sinir Ağları, Çoklu Doğrusal Regresyon Analizine bir alternatif olarak pek çok alanda kullanılmaya başlamış ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizine göre daha iyi sonuçlar vermiştir (Spangler vd., 1999; Uysal ve Roubi 1999; Fadlalla ve Lin 2001; Nguyen ve Cripps 2001). Yapılan çalışmalar Yapay Sinir Ağlarının, Çoklu Doğrusal Regresyon Modellerinin kısıtlarının üstesinden geldiğini göstermiştir (Gorr 1994; Hill ve Remus 1994; Wray vd., 1994; Uysal ve Roubi 1999). Çoklu Doğrusal Regresyon modellerinin en önemli varsayımlarından birisi bağımlı değişkenle, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunun varsayılmasıdır. Ancak yapılan çalışmalarda hizmet kalitesini oluşturan faktörler ile müşteri memnuniyeti arasında doğrusal olmayan ilişkiler de bulunmuştur (Jones ve Sasser 1995; Auh ve Johnson 1997; Johnson ve Gustafsson 2000; Willson ve Wragg 2001; Audrain 2002). Yapay Sinir Ağları değişkenler arasındaki ilişkiler için herhangi bir varsayımda bulunmaz, dolayısıyla hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkiler Yapay Sinir Ağları ile incelenebilir. Yapay Sinir Ağları çoklu doğrusal bağılıktan etkilenmez. Bunun yanı sıra Yapay Sinir Ağlarının, kayıp veri ile çalışıldığında, varsayımlar yerine getirilmediğinde, ya da normal dağılıma uygun olmayan verilerle çalışıldığında bile tutarlı sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Wray, 1994).

Müşteri memnuniyetinin modellenmesinde Yapay Sinir Ağlarının performansını geleneksel istatistiksel yöntemlerle karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmadığı daha önceden belirtilmişti. Bu nedenle literatür taramasının kalan bölümünde pazarlama alanında yapılmış Yapay Sinir Ağlarının performansını geleneksel istatistiksel yöntemlerle karşılaştıran çalışmalara değinilmiştir.

Hruschka (1993) ürün satışlarını, ürünün fiyatı, reklâm harcaması, gecikmeli reklam harcaması ve hava sıcaklığı ile açıklamaya çalışan modelleri doğrusal regresyon analizi ve Yapay Sinir Ağları kullanarak çözümlenmiştir. İki çözüm metodu ortalama hata kareleri ve ortalama mutlak sapma değerlerine göre karşılaştırılmış ve Yapay Sinir Ağlarının tek katmanlı kullanımında dahi doğrusal regresyon analizinden daha iyi sonuçlar verdiği

gözlemlenmiştir. Ancak buna rağmen Yapay Sinir Ağının eğitim aşamasında problemleri olabileceği belirtilmiştir. Dutta vd. (1994) bir mamulün alışveriş sıklığını tahmin etmek için Doğrusal Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağlarını kullanmıştır. Oluşturulan 14 modelin yalnızca birinde Yapay Sinir Ağları daha iyi sonuç vermiştir. Lojistik Regresyon, Ayırma Analizi ve Yapay Sinir Ağlarının performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada finansal risk alınarak geleneksel olmayan bir yatırım aracına yatırım yaparken tüketici segmentlerinin buna olan etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar Yapay Sinir Ağlarının, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizinden daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Ancak aradaki fark istatistiksel olarak belirgin değildir (Dasgupta vd., 1994). Mamullerin özelliklerine bağlı olarak tüketici tercihlerinin tahmin edildiği bir çalışmada Lojistik Regresyon, Ayırma Analizi ve Yapay Sinir Ağlarının performansları hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerle karşılaştırılmıştır. Tüm durumlarda Yapay Sinir Ağlarının daha iyi tahminler yaptığı bulunmuştur (West vd., 1997). Ainscough ve Aronson (1999) promosyonların satışlara olan etkilerini tahmin ettikleri bir çalışmada Regresyon Analizi ile Yapay Sinir Ağlarının tahmin düzeylerini karşılaştırmışlar ve Yapay Sinir ağlarının daha düşük ortalama hata karesi verdiğini belirtmişlerdir. Thieme vd. (2000) yeni mamul üretimi için karar destek sisteminin oluşturulmasında, Yapay Sinir Ağlarının ve geleneksel istatistiksel yöntemlerin performanslarını karşılaştırmışlardır. Sonuçlar karşılaştırma yapılan tüm kriterlerde Yapay Sinir Ağlarının daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Gan vd. (2005) tüketicinin hangi tür bankacılık (internet/klasik) işlemlerini tercih ettiğinin tahmin edildiği bir çalışmada Yapay Sinir Ağlarının, Lojistik Regresyon Analizine göre daha düşük oranda birinci ve ikinci tip hata ürettiğini belirtmişlerdir. Tüketicinin geleneksel alışverişi mi yoksa internet üzerinden alışverişi mi tercih ettiğinin tahmin edildiği bir çalışmada Yapay Sinir Ağlarının performansı Lojistik Regresyon Analizinin performansıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan altı mamulün tamamında Yapay Sinir Ağları daha iyi bir performans göstermiştir ve mamullerin beşinde aradaki fark belirgindir (Chiang vd., 2006).

Sonuç olarak pazarlama alanında yapılan çalışmalarda Yapay Sinir Ağlarının performansının, geleneksel İstatistiksel yöntemlere göre çoğunlukla daha iyi olduğu söylenebilir. Bu araştırma ile Müşteri Memnuniyetinin tahmininde Yapay Sinir Ağlarının, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizine göre nasıl bir performans gösterdiği bulunacaktır.

3. YÖNTEM VE BULGULAR

3.1. Veri Seti

Araştırmada kullanılan veriler Tayyar ve Bektaş (2008) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan veri setinin bir kısmından elde edilmiştir. Alınan veri seti hizmet kalitesi (24) ve hasta tatminini (1) ölçmeye yönelik yedili Likert ölçeği kullanılarak hazırlanmış 25 değişkene ait veriyi içerir ve 364 hastayı kapsar. Bu veri seti 94 kayıp veri içermektedir (%1,03). Kayıp

verilerden kaynaklanan problemleri gidermek için kayıp verilerin yerine değişkenlerin ortalamalarının en yakın tamsayı değerleri koyulmuştur.

3.2. Hizmet Kalitesine Etki Eden Faktörler Belirlenmesi

Tayyar ve Bektaş (2008) bu veri setine algılanan hizmet kalitesine etki eden belli başlı faktörlerin neler olduğunu tespit etmek için Faktör Analizi uygulanmıştır. Bu çalışmada ise kayıp veriler ortalama değerler ile değiştirildiğinden, verilere yeniden Faktör Analizi uygulanmıştır. Sonuçlar çok az da olsa birbirinden fark göstermektedir. Faktör Analizi uygulamadan önce hizmet kalitesini ölçen 24 ifadenin güvenilir bir ölçeğe sahip olup olmadığını bulmak için Güvenilirlik Analizi yapılmıştır. Bu analizin sonucunda iki ifadenin analizden çıkartılmasının ölçeğin güvenilirliğini arttıracığı görülmüş ve bu iki ifade Faktör Analizine dahil edilmemiştir. Kalan 22 ifadeye Faktör Analizi uygulanmış ve dört faktör elde edilmiştir. Faktörlerden birisinde yer alan iki ifade bu faktördeki diğer ifadelerle uyum sağlamadıklarından iptal edilmiş ve yeniden Faktör Analizi yapılmıştır. Yapılan Faktör Analizinin uygun olduğuna KMO örnekleme yeterliliği (0,932) ve Barlett's küresellik testleri ($ki^2=4303,68$ ve $p=0.000$) sonucunda karar verilmiştir. Güvenilirlik Analizi sonucunda ölçeğin tutarlılığını ölçen Güvenilirlik (Cronbach Alfa) katsayısı 0,936'dır. Analiz yapılırken özdeğerleri (eigen value) 1'den büyük olan faktörler seçilmiş ve Varimax Rotasyonu uygulanmıştır. Elde edilen dört faktör toplam değişkenliğin %65,87'sini açıklamaktadır. Faktörler Tayyar ve Bektaş (2008)'de olduğu gibi "Doktorluk Hizmetleri", "Tetkik Hizmetler", "Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler" ve "Hemşirelik Hizmetleri" olarak anılacaktır.

Bulunan her bir faktör için SPSS aracılığıyla birer değişken elde edilmiştir. Bu değişkenler yapılacak analizlerde bağımsız değişkenler olarak kullanılacaktır. Bağımlı değişken ise anketteki hasta tatminini ölçmeye yönelik ifadeye verilen yanıtlardan yararlanılarak ikili (memnun/memnun değil) bir değişken olarak elde edilmiştir: Eğer ifadeye 1, 2, 3 ya da 4 puan verilmişse değişken 0 değerini (memnun değil), 5, 6 ya da 7 puan verilmişse değişken 1 değerini (memnun) alacaktır.

Bağımsız değişkenlerin ortalamalarının bağımlı değişkene göre farklı olup olmadığını bulmak için Bağımsız Örneklem t Testinden yararlanılmıştır. Tablo 1'den görüldüğü gibi hizmet kalitesini oluşturan tüm faktörler için memnun olan hastaların ortalamaları, memnun olmayan hastaların ortalamalarından büyüktür ($p<0.001$).

Tablo 1: Hasta tatminine göre faktörlerin ortalamaları

		<i>n</i>	<i>Ortalama</i>	<i>S.S.</i>	<i>t değeri</i>
Doktorluk Hizmetleri	Memnun Değil	178	-0,29	0,88	-5,57
	Memnun	186	0,27	1,03	
Tetkik Hizmetler	Memnun Değil	178	-0,25	1,11	-4,74
	Memnun	186	0,24	0,81	
Hemşirelik Hizmetleri	Memnun Değil	178	-0,20	0,99	-3,79
	Memnun	186	0,19	0,97	
Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler	Memnun Değil	178	-0,31	1,07	-5,98
	Memnun	186	0,29	0,83	

3.3. Veri Setinin Düzenlenmesi

Veri setine ayırma analizi, lojistik regresyon ve yapay sinir ağları uygulamadan önce veri seti iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup modelin elde edilmesinde, ikinci grup ise modelin başarısının testinde kullanılacaktır. Veri setindeki 364 gözlemin yaklaşık %80'i (n = 300) modelin elde edilmesinde, yaklaşık %20'si (n = 64) modelin başarısının testinde kullanılacaktır. Modellerin aynı veri seti kullanılarak elde edilmesi ve test edilmesi nedeniyle sonuçları karşılaştırılabilecektir.

3.4. Ayırma Analizi Uygulaması

Ayırma Analizi, X veri setindeki değişkenlerin iki ve daha fazla gerçek gruplara ayrılmasını sağlayan, birimlerin p tane özelliğini ele alarak bu birimlerin doğal ortamdaki gerçek gruplarına, sınıflarına optimal düzeyde atanmalarını sağlayacak fonksiyonlar türeten bir yöntemdir (Özdamar, 2004:355). Ayırma analizi aracılığıyla elde edilen ayırma fonksiyonları, açıklayıcı değişkenlerinin doğrusal bileşenlerinden oluşur. Çalışmamızda faktör analizi sonucunda elde edilen dört değişken açıklayıcı değişken olarak alınmış ve bunların müşteri memnuniyetine olan etkisi ayırma analizi ile bulunmuştur. Ayırma Analizinde öncelikle grup kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı test edilmiştir. Bu amaçla Box's M testi yapılmış ve grupların kovaryans matrislerinin homojen olmadığı bulunmuştur (Box's M= 36.709 p<0,001). Bu nedenle grupların kovaryans matrislerinin homojen olduğu varsayımını kullanmayan Karesel Ayırma Analizi uygulanmıştır. Ayırma Analizinde gruplara ayırma yeteneğini yükselten ve Wilks' Lambda'yı minimize eden bir kanonik diskriminant fonksiyon elde edilmiştir. Ayırma fonksiyonlarının ayırıcılık özelliğini gösteren özdeğer, fonksiyon için 0,371'dir. Fonksiyon toplam varyansın %52'sini açıklamaktadır. Bulunan ayırma fonksiyonunun istatistiksel önemini gösteren Wilks' Lambda değeri 0,729'dur ($\chi^2=93,43$, $df=4$, $p<0,001$). Bu değer ne kadar küçükse, fonksiyonların ayırt edici gücü o kadar artmaktadır. Kanonik diskriminant fonksiyonu aşağıda verilmektedir:

$$Y = 0,007 + 0,648X_1 + 0,593X_2 + 0,429X_3 + 0,612X_4$$

burada

Y: 1 - memnun, 0 - memnun değil,

X_1 : doktorluk hizmetlerinden duyulan memnuniyet,

X_2 : tetkik hizmetlerden duyulan memnuniyet,

X_3 : hemşirelik hizmetlerinden duyulan memnuniyet,

X_4 : muayene öncesi hizmetler ve fiziksel özelliklerden duyulan memnuniyeti gösterir.

Bulunan katsayıların tümünün pozitif olması ilgili hizmet türlerinde yapılacak iyileştirmelerin hastanın memnuniyetini artıracakını gösterir. Değişkenlerin memnuniyete olan etkilerini karşılaştırmak için katsayıların büyüklüklerine bakılabilir. Buna göre memnuniyet üzerinde en çok etkisi olan değişkenin “Doktorluk Hizmetleri” (0,648), daha sonra “Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler” (0,612), daha sonra da “Tetkik Hizmetleri”dir. (0,593). Memnuniyet üzerinde en az etkisi olan değişken “Hemşirelik Hizmetleri”dir (0,429).

Tablo 2 incelendiğinde, ayırma analizi sonucunda fonksiyonun elde edildiği veri setinde (n=300) bulunan 148 memnun olmayan hastanın 107’si (%72,3) doğru gruba atanmış, 41’i (%27,7) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Memnun olan 152 hastanın 119’u (%78,3) doğru gruba atanmış, 33’ü (%21,7) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Fonksiyonun geçerliliğinin test edildiği veri setindeki 30 memnun olmayan hastanın 21’i (%70) doğru gruba atanmış, 9’u (%30) hatalı sınıflandırılmıştır. Aynı gruptaki 34 memnun olan hastanın 24’ü (%70,6) doğru gruba atanırken, bunların 10’u (%29,4) yanlış gruba atanmıştır. Ayırma fonksiyonu modelin geliştirilmesinde kullanılan veri setinde (n=300) ortalama olarak %75,3 doğru gruplama yaparken, modelin geçerliliğinin sınanmasında kullanılan veri setinde (n=64) %70,3 doğru gruplama yapmıştır.

Tablo 2: Ayırma Analizinin Modelin Elde Edildiği ve Geçerliliğinin Test Edildiği Veri Setlerindeki Performansları

		Tahmin				Toplam	Ortalama Doğruluk (%)
		Memnun		Memnun Değil			
Veri Seti	Gözlenen	n	%	n	%		
Model	Memnun	119	78,3	33	21,7	152	75,3
	Memnun Değil	41	27,7	107	72,3	148	
Geçerlilik	Memnun	24	70,6	10	29,4	34	70,3
	Memnun Değil	9	30,0	21	70,0	30	

3.5. Lojistik Regresyon Analizi Uygulaması

Araştırmaya katılan 364 katılımcının 186’sı (%51) genel olarak aldıkları hizmetten memnun olduklarını kalan 178’i ise (%49) aldıkları hizmetten memnun olmadıklarını belirtmişlerdir. Hizmet kalitesinin hasta

tatminine olan etkisini bulabilmek için, Faktör Analizi ile elde edilen dört faktörün (bağımsız değişkenler), hasta tatminine (ikili bağımlı değişken) olan etkisi Lojistik Regresyon Analizi ile bulunmuştur. Bağımlı değişken hastanın memnun olma olasılığının doğal logaritmasıdır. Lojistik Regresyon modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\ln \left[\frac{P_M}{1 - P_M} \right] = \sum_{i=1}^4 \beta_i \ln X_i$$

burada

P_M : hastanın verilen hizmetten memnun olma olasılığı,

X_i : bağımsız değişkenler,

β_i : tahmin edilen parametreler,

ln: doğal logaritma'yı gösterir.

Bu durumda lojistik regresyon modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \varepsilon$$

burada

Y: 1 - memnun, 0 - memnun değil,

X_1 : doktorluk hizmetlerinden duyulan memnuniyet,

X_2 : tetkik hizmetlerden duyulan memnuniyet,

X_3 : hemşirelik hizmetlerinden duyulan memnuniyet,

X_4 : muayene öncesi hizmetler ve fiziksel özelliklerden duyulan memnuniyet,

β_0 : sabit terim,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: tahmin edilen parametreler,

ε : hata terimini,

ln: doğal logaritma'yı gösterir.

Lojistik Regresyon Analizinin sonuçları Tablo 3'den görülebilir. Oluşturulan Lojistik Regresyon Modelinin veriye uyumunu test etmek için Hosmer ve Lemeshow testinden yararlanılır. Bu testin anlamlılık düzeyinin 0,05'den büyük olması modelin verilere uygun olduğunu gösterir. Çalışmamızda bu istatistik $p=0,457$ ($\chi^2=7,77$, $df=8$) olarak bulunmuştur, bu nedenle oluşturulan modelin verilere uygun olduğu söylenebilir. Dört bağımsız değişkenin katsayıları β_1 0,736, β_2 0,691, β_3 0,503 ve β_4 0,725 olarak bulunmuştur ve tümü anlamlıdır ($p<0,001$).

Tablo 3: Lojistik Regresyon Modelinin Katsayıları

	<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wald</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
Doktorluk Hizmetleri	0,736	0,146	25,433	1	0,000	2,087
Tetkik Hizmetler	0,691	0,147	22,080	1	0,000	1,996
Hemşirelik Hizmetleri	0,503	0,134	14,019	1	0,000	1,654
Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler	0,725	0,146	24,687	1	0,000	2,065
Sabit Terim	0,021	0,137	0,023	1	0,879	1,021

Bu durumda bulunan Lojistik Regresyon Modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\ln Y = 0,021 + 0,736X_1 + 0,691X_2 + 0,503X_3 + 0,725X_4.$$

Bu model şöyle yorumlanabilir; X_2 , X_3 ve X_4 sabitken X_1 'in ("Doktorluk Hizmetleri") bir birim artması hastanın memnun olma olasılığının doğal logaritmasını 0,736 birim artırır. Benzer yorum X_2 , X_3 ve X_4 içinde yapılabilir. Bu nedenle Lojistik Regresyon ile bulunan katsayılar her bir bağımsız değişkenin, hastanın tatminini ne kadar etkileyeceği şeklinde yorumlanabilir. Katsayının büyük olması hastanın tatminine etkisinin daha fazla olduğunu gösterir. Sonuçlar hastanın tatminine en çok etki eden değişkenlerin "Doktorluk Hizmetleri" ($\beta_1 = 0,736$) ve "Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler" ($\beta_4 = 0,725$) olduğunu bunu "Tetkik Hizmetlerinin" takip ettiğini ($\beta_2 = 0,691$) ve en az etkisi olan değişkenin de "Hemşirelik Hizmetleri" ($\beta_3 = 0,503$) olduğunu gösterir.

Tablo 4 incelendiğinde, Lojistik Regresyon Analizi sonucunda fonksiyonun elde edildiği veri setinde (n=300) bulunan 148 memnun olmayan hastanın 111'i (%75) doğru gruba atanmış, 37'si (%25) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Memnun olan 152 hastanın 114'ü (%75) doğru gruba atanmış, 38'i (%25) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Fonksiyonun geçerliliğinin test edildiği veri setindeki 30 memnun olmayan hastanın 22'si (%73,3) doğru gruba atanmış, 8'i (%26,7) hatalı sınıflandırılmıştır. Aynı gruptaki 34 memnun olan hastanın 21'i (%61,8) doğru gruba atanırken, bunların 13'ü (%38,2) yanlış gruba atanmıştır. Lojistik Regresyon Analizi modelin geliştirilmesinde kullanılan veri setinde (n=300) ortalama olarak %75 doğru gruplama yaparken, modelin geçerliliğinin sınanmasında kullanılan veri setinde (n=64) %67,2 doğru gruplama yapmıştır.

Tablo 4: Lojistik Regresyon Analizinin Modelin Elde Edildiği ve Geçerliliğinin Test Edildiği Veri Setlerindeki Performansları

Veri Seti	Gözlenen	Tahmin				Toplam	Ortalama Doğruluk (%)
		Memnun		Memnun Değil			
		n	%	n	%		
Model	Memnun	114	75,0	38	25,0	152	75,0
	Memnun Değil	37	25,0	111	75,0		
Geçerlilik	Memnun	21	61,8	13	38,2	34	67,2
	Memnun Değil	8	26,7	22	73,3		

3.6. Yapay Sinir Ağları Uygulaması

Yapay sinir ağları, insanlar tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri (gerçek beyin fonksiyonlarının ürünü olan örnekleri) kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretebileceğini belirleyebilen bilgisayar sistemleridir. İnsan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme ve optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadırlar (Öztemel, 2006:29).

Yapay sinir ağları nöron ismi verilen birbiriyle bağlı işlemci elemanlardan oluşur. Yapay Sinir Ağları, bir girdi katmanı, bir veya daha fazla ara katman ve bir de çıktı katmanından oluşur. Çıktı katmanı dışındaki bütün katmanlardaki nöronlar, bir sonraki katmandaki nöronların hepsine bağlıdır ve bütün bu bağlantıların bir ağırlık değeri vardır. Her bir nöron, kendisine gelen toplam girdiyi aktivasyon fonksiyonuna aktararak çıktısını üretir (Çolak vd., 2005; Yao, 1999). Bir çok Yapay Sinir Ağları tipi bulunmakla birlikte, en çok kullanılan sinir ağı yapısı, Çok Katmanlı İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı olarak bilinendir (Akpınar, 1993).

Bu çalışmada da Çok Katmanlı İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı kullanılmıştır. Ağ, dört nörondan oluşan bir girdi katmanına, üç nörondan oluşan bir ara katmana ve tek nörondan oluşan bir çıktı katmanına sahiptir. Girdi katmanında hiperbolik tanjant, ara katmanda ise softmaks fonksiyonu aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Ağın girdileri daha önce açıklanan 4 faktörden, çıktısı ise kişinin memnun olup olmadığını gösteren ikili bir değerden oluşmaktadır.

Ağın çalıştırılması sonucunda, Tablo 5'den de görüldüğü gibi eğitim veri setinde (n=300) bulunan 148 memnun olmayan hastanın 112'si (%75,7) doğru gruba atanmış, 36'sı (%24,3) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Memnun olan 152 hastanın 122'si (%75) doğru gruba atanmış, 30'u (%25) ise hatalı sınıflandırılmıştır. Fonksiyonun geçerliliğinin test edildiği veri setindeki 30 memnun olmayan hastanın 22'si (%73,3) doğru gruba atanmış, 8'i (%26,7) hatalı sınıflandırılmıştır. Aynı gruptaki 34 memnun olan hastanın 25'i

(%73,5) doğru gruba atanırken, bunların 9'u (%26,5) yanlış gruba atanmıştır. Yapay Sinir Ağı eğitim veri setinde (n=300) ortalama olarak %78 doğru gruplama yaparken, modelin geçerliliğinin sınanmasında kullanılan veri setinde (n=64) %73,4 doğru gruplama yapmıştır.

Tablo 5: Yapay Sinir Ağlarının Modelin Elde Edildiği ve Geçerliliğinin Test Edildiği Veri Setlerindeki Performansları

Veri Seti	Gözlenen	Tahmin				Toplam	Ortalama Doğruluk (%)
		Memnun		Memnun Değil			
		n	%	n	%		
Model	Memnun	122	80,3	30	19,7	152	78,0
	Memnun Değil	36	24,3	112	75,7		
Geçerlilik	Memnun	25	73,5	9	26,5	34	73,4
	Memnun Değil	8	26,7	22	73,3		

4. SONUÇ

Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve Ayırma Analizinin performanslarının karşılaştırıldığı bu çalışmada en iyi ortalama tahmin oranlarını hem modelin elde edildiği (%78) hem de modelin geçerliliğinin sınanıldığı (%73,4) veri setlerinde Yapay Sinir Ağları vermiştir. Ayırma Analizi ve Lojistik Regresyonun modelin elde edildiği veri setindeki tahmin oranları birbirine oldukça yakındır, sırasıyla %75,3 ve %75. Modelin geçerliliğinin sınanıldığı veri setinde ise Ayırma Analizi %70,3 doğru tahmin yaparken, bu oran Lojistik Regresyon Analizinde %67,2'dir. Yapay Sinir Ağlarının doğru tahmin oranları her iki veri seti için sırasıyla Ayırma Analizinin ve Lojistik Regresyonun doğru tahmin oranları ile karşılaştırılmış, ancak aradaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Yapay Sinir Ağlarının veri setine uygulanmasının sonucunda her bir değişkenin hasta memnuniyeti üzerindeki göreceli etkisi bulunmuştur. Tablo 6'dan görülebileceği gibi sonuçlar hastanın tatminine en çok etki eden değişkenin "Doktorluk Hizmetleri" (%100), ikinci etkili değişkenin "Tetkik Hizmetlerinin" (%70,8) olduğunu bunu "Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler" takip ettiğini (%63,3) ve en az etkisi olan değişkenin de "Hemşirelik Hizmetleri" (%52,4) olduğunu gösterir. Bu sonuçları Ayırma Analizinin ve Lojistik Regresyon Analizinin sonuçları ile karşılaştırabilmek için bu analizlerden elde edilen katsayılar da en etkili değişkenin büyüklüğüne %100 vererek göreceli büyüklüklere dönüştürülmüştür, sonuçlar Tablo 6'dan görülebilir.

Tablo 6: Bağımsız Değişkenlerin Hasta Tatminine Olan Etkilerinin Modelde Kullanılan Tekniklere Göre Göreceli Karşılaştırılması

	Ayrırma Analizi	Lojistik Regresyon	Yapay Sinir Ağları
Doktorluk Hizmetleri	100,0%	100,0%	100,0%
Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler	94,4%	98,5%	63,3%
Tetkik Hizmetler	91,5%	93,9%	70,8%
Hemşirelik Hizmetleri	66,2%	68,3%	52,4%

Tablo 6'dan önemli sonuçlar çıkartılabilir. Uygulanan tekniklerin tümü hasta tatminine en önemli etkisi olan değişkenin "Doktorluk Hizmetleri" olduğunu gösterir. Kalan üç değişkenin sıralaması Ayrırma Analizinde ve Lojistik Regresyon Analizinde aynıdır, ikinci sırada "Muayene Öncesi Hizmetler ve Fiziksel Özellikler", üçüncü sırada "Tetkik Hizmetler" ve son sırada "Hemşirelik Hizmetleri" vardır. Bu iki tekniğin sonuçlarının sıralamada birbiriyle aynı olmasının yanı sıra etki büyüklükleri de birbirine oldukça yakındır. Yapay Sinir Ağlarında ise değişkenlerin etkilerinin hem sıralaması hem de etki büyüklükleri diğer iki teknikten fark gösterir. Yapay Sinir Ağları hasta tatminine etki eden ikinci önemli değişkenin "Tetkik Hizmetleri" olduğunu bulmuştur. Ayrıca etki büyüklükleri diğer iki tekniğe göre daha azdır. Burada şu sonuca ulaşılabilir: Ayrırma Analizi ve Lojistik Regresyon Analizi değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayımına dayanır, oysa Yapay Sinir Ağları böyle bir varsayımda bulunmaz ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri inceleyebilir. Daha önceden de belirtildiği gibi müşteri memnuniyeti ile ilgili yapılan çalışmalarda doğrusal olmayan ilişkilere rastlanmıştır. Bu araştırmada da Yapay Sinir Ağlarının diğer iki teknikten farklı sonuç vermesinin nedeni bununla açıklanabilir. Yapay Sinir Ağları değişkenlerin arasındaki ilişki ile ilgili olarak herhangi bir varsayımda bulunmamış ve değişkenlerin arasında olan doğrusal olmayan ilişkileri de ortaya çıkartmıştır.

Sonuç olarak Yapay Sinir Ağları diğer iki teknikten hem daha iyi tahmin oranlarında bulunmuş hem de değişkenlerin arasında bulunan gerçek ilişkiyi ortaya çıkarabilmiştir. Bu nedenle yapılacak benzer çalışmalarda geleneksel istatistiksel yöntemlerin yanı sıra Yapay Sinir Ağlarından yararlanılması hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara tavsiye edilebilir.

Tüm araştırmalarda olduğu gibi bu araştırmanın da kısıtları vardır. Bulunan sonuçlar yalnızca kullanılan veri seti için geçerlidir, genelleme yapılamaz. Genelleme yapılabilmesi için pek çok veri seti ile çalışmalar yapılmalı ve benzer sonuçlar bulunmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Ainscough, T.L. & Aronson, J.E. (1999), “An empirical investigation and comparison of neural networks and regression for scanner data analysis”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 6(4), 205 – 217.
2. Akpınar, H. (1993), “Yapay Sinir Ağları ve Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde Bir Uygulama Önerisi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Sayısal Yöntemler Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1993.
3. Anton, J. (1996), *Customer Relationship Management. Making Hard Decisions with Soft Numbers*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
4. Audrain, A.F. (2002), “The attribute–satisfaction link over time: a study on panel data”, *proceedings of the 31st EMAC Conference*, 28–31 May 2002, University of Minho and European Marketing Academy (EMAC), Braga, Portugal.
5. Auh, S. & Johnson, M.D. (1997), “The complex relationship between customer satisfaction and loyalty for automobiles”, In: M.D. Johnson, A. Hermann, F. Huber & A. Gustafsson (eds), *Customer Retention in the Automotive Industry: Quality, Satisfaction, and Loyalty*. Wiesbaden, Germany: Gabler, pp. 117 – 139.
6. Bowen, J.T. & Chen, S.L. (2001), “The Relationship Between Customer Loyalty and Customer Satisfaction”, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 13(5), 213 – 217.
7. Chiang, W.K., Zhang, D. & Zhou, L. (2006), “Predicting and explaining patronage behavior toward web and traditional stores using neural networks: A comparative analysis with logistic regression”, *Decision Support Systems*, 41, 514 – 531.
8. Churchill, G.A. & Surprenant, C. (1982), “An Investigation Into The Determinants of Customer Satisfaction”, *Journal of Marketing Research*, 19(11), 491 – 504.
9. Cronin, J.J. Jr. & Taylor, S.A. (1992), “Measuring service quality: a reexamination and extension”, *Journal of Marketing*, 56(3), 55 - 68.
10. Çolak, C., Çolak M.C. ve Atıcı, M.A. (2005), “Ateroskleroz’un tahmini için bir yapay sinir ağı”, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 58, 159 - 162.
11. Çörek, E.T. (2003), “Müşteri memnuniyetinde İstatistiksel Yöntemler ve Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı: İstanbul.

12. Dasgupta, C.G., Dispensa, G.S. & Ghose, S. (1994), "Comparing the predictive performance of a neural network model with some traditional market response models", *International Journal of Forecasting*, 10, 235 – 244.
13. Duman, T. (2003), "Richard L. Oliver'ın Tüketici Memnuniyeti (Consumer Satisfaction) ve Tüketici Değer Algısı (Consumer Value) Kavramları Hakkındaki Görüşleri: Teorik Bir Karşılaştırma", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 45 - 56.
14. Dutta, S., Shekhar, S., & Wong, W.Y. (1994), "Decision support in nonconservative domains: Generalization with neural Networks", *Decision Support Systems*, 11, 527 – 544.
15. Fadlalla, A. & Lin, C.H. (2001), "An analysis of the applications of neural Networks in finance", *Interfaces*, 31(4), 112 – 122.
16. Fausett, L. (1994), *Fundamentals of neural Networks*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
17. Fish, K.E., Barnes, J.H. & Aiken, M.W. (1995), "Artificial neural networks: a new methodology for industrial market segmentation", *Industrial Marketing Management*, 24(5), 431 – 439.
18. Fornell, C. (1992), "A national customer satisfaction barometer: the Swedish experience", *Journal of Marketing*, 56(1), 6 - 21.
19. Gan, C., Limsombunchai, V., Clemes, M. & Weng, A. (2005), "Consumer choice prediction: Artificial neural networks versus logistic models", *Journal of Social Sciences*, 1(4), 211 – 219.
20. Gorr, W.L. (1994), "Research prospective on neural network forecasting", *International Journal of Forecasting*, 10, 1 – 4.
21. Grønholdt, L. & Martensen, A. (2005), "Analyzing customer satisfaction data: a comparison of regression and artificial neural Networks", *International Journal of Market Research*, 47(2), 121 – 130.
22. Hallowell, R. (1996), "The Relationships of Customer Satisfaction, Customer Loyalty and Profitability: An Empirical Study", *International Journal of Service Industry Management*, 7(4), 27 - 42.
23. Hassoum, M.H. (1995), *Fundamentals of artificial neural networks*, Cambridge, MA: The MIT Press.
24. Hill, T. & Remus, W. (1994), "Neural network approach for intelligent support of managerial decision making", *Decision Support Systems*, 11, 449 – 459.

25. Hruschka, H. (1993), “Determining market response functions by neural network modelling: A comparison to econometric techniques”, *European Journal of Operational Research*, 66, 27 – 35.
26. Hu, M.Y., Shanker, M. & Hung, M.S. (1999), “Estimation of posterior probabilities of consumer situational choices with neural network classifiers”, *International Journal of Research in Marketing*, 16(4), 307 – 317.
27. Jones, T.O. & Sasser, W.E. Jr (1995), “Why satisfied customers defect”, *Harvard Business Review*, 73(6), 88 – 99.
28. Johnson, M.D. & Gustafsson, A. (2000), *Improving Customer Satisfaction, Loyalty, and Profit*, University of Michigan Business School Management Series, San Francisco, CA: Jossey-Bass.
29. Lee, W.I., Shih, B.Y. & Chung, Y.S. (2008), “The exploration of consumers’ behavior in choosing hospital by the application of neural Networks”, *Expert Systems with Applications*, 34, 806 – 816.
30. Liao, N.N.H.& Chiang, A.C.Y. (2005), “Management Model To Create Customer Satisfaction: An Empirical Research On Suppliers’ Perspectives”, *The Journal of American Academy of Business*, 6(2), 159 – 165.
31. Löthgren, M. & Tambour, M. (1996), “Productivity and Customer Satisfaction –A DEA Network Model”, Stockholm School Of Economics, Working Paper Series in Economics and Finance, No. 140, December.
32. Nelson, M.M. & Illingworth, W.T. (1994), *Practical guide to neural nets*, USA: Addison Wesley Publishing Company.
33. Nguyen, N. & Cripps, A. (2001), “Predicting housing value: a comparison of multiple regression analysis and artificial neural Networks”, *Journal of Real Estate Research*, 22(3), 313 – 336.
34. Oliver, R.L. (1997), *Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer*, Boston: McGraw-Hill.
35. Özdamar, K. (2004), *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
36. Öztemel, E. (2006), *Yapay Sinir Ağları*, 2. Baskı, Papatya Yayıncılık, İstanbul.

37. Piercy, N.F. & Morgan, N.A. (1995), "Customer satisfaction measurement: A processual analysis", *Journal of Marketing Management*, 11(8), 817 – 834.
38. Paliwal M. & Kumar U.A. (2009), "Neural networks and statistical techniques: A review of applications", *Expert Systems with Applications*, 36, 2 – 17.
39. Patterson, P.G. & Spreng, R.A. (1997), "Modelling the relationship between perceived value, satisfaction and repurchase intentions in a business-to-business, services context: an empirical examination", *International Journal of Service Industry Management*, 8(5), 414 - 434.
40. Reichheld, F. (1996), *The Loyalty Effect: The Hidden Force Behind Growth, Profits, and Lasting Value*, Boston: Harvard Business School Press.
41. Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1986), *Parallel distributed processing (vol. 1)*, Cambridge, MA: The MIT Press.
42. Söderlund, M. (1998), "Customer Satisfaction and Its Consequences on Customer Behaviour Revisited", *International Journal of Service Industry Management*, 9(2), 169 - 188.
43. Spangler, W.E., May, J.H. & Vargas, L.G. (1999), "Choosing data-mining methods for multiple classification: representational and performance measurement implications for decision support", *Journal of Management Information Systems*, 16(1), 37 – 62.
44. Tayyar, N. ve Bektaş, Ç. (2008), "SSK Hastaneleri'nin Sağlık Bakanlığına Devrinin Hizmet Kalitesine Etkileri", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 45(524), 73 - 87.
45. Thieme, R.J., Song, M. & Calantone, R.J. (2000), "Artificial neural network decision support systems for new product development project selection", *Journal of Marketing Research*, 37(4), 499 – 507.
46. Tolon, M. (2007), "Tüketici tatmininin yapay sinir ağları yöntemiyle ölçülmesi ve Ankara'daki perakendeci mağazaların müşterileri üzerinde bir uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı: Ankara
47. Uysal, M. & Roubi, S.E. (1999), "Artificial neural networks versus multiple regression in tourism demand analysis", *Journal of Travel Research*, 38, November, 111 – 118.
48. Vavra, T.G. (1997), *Improving Your Measurement of Customer Satisfaction: A Guide to Creating, Conducting, Analyzing and Reporting*

Customer Satisfaction Measurement Program, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press.

49. Ville, B. (1996), "Predictive models in market research", *Marketing Research*, 8(2), 43 – 45.
50. West, P.M., Brockett, P.L. & Golden, L. L. (1997), "A comparative analysis of neural networks and statistical methods for predicting consumer choice", *Marketing Science*, 16(4), 370 – 391.
51. Wiele, T.V.D., Boselie, P. & Hesselink, M. (2001), "Empirical evidence for the relation between customer satisfaction and business performance", Erasmus Research Institute of Management, ERIM Report Series Reference No: ERS-2001-32-ORG, May.
52. Willson, E. & Wragg, T. (2001), "We cannot diagnose the patient's illness ... but experience tells us what treatment Works" *International Journal of Market Research*, 43(2), 189 – 215.
53. Wray, B., Palmer, A. & Bejou, D. (1994), "Using neural network analysis to evaluate buyer-seller relationships", *European Journal of Marketing*, 28(10), 32 – 48.
54. Yao X. (1999), "Evolving Artificial Neural Networks", Proceedings of the IEEE, 87, 1423 - 1444.
55. Yeung, M.C.H., Ging, L.C. & Ennew, C.T. (2002), "Customer satisfaction and profitability: A reappraisal of the nature of the relationship", *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 11(1), 24 – 33.
56. Zahavi, J. & Levin, N. (1997), "Applying neural computing to target marketing", *Journal of Direct Marketing*, 11(1), 5 – 24.
57. Zhang, G., Hu, M., Patuwo, B.E. & Indro, D.C. (1999), "Artificial neural networks in bankruptcy prediction: general framework and crossvalidation analysis", *European Journal of Operational Research*, 116(1), 16 – 32.