

TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME SÜRECİ İÇİN BİR YAPAY SINIR AĞI YAKLAŞIMI: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Sanem TÜREER, Berk AYVAZ, Demet BAYRAKTAR, Bersam BOLAT*

*İTÜ İşletme Fakültesi, İşletme Mühendisliği Bölümü, Maçka / İstanbul,
sanemturer@yahoo.com, berkayvaz@yahoo.com, demet.bayraktar@itu.edu.tr, bolat@itu.edu.tr*

*Geliş Tarihi: 15 Ağustos 2008; Kabul Ediliş Tarihi: 22 Haziran 2009
Bu makale 1 kez düzeltilmek üzere 122 gün yazarlarda kalmıştır.*

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, tedarikçi değerlendirme süreci için geniş bir yazın taramasının ardından bir model önerisinde bulunmaktadır. Tedarikçi değerlendirme süreci, hem nitel hem de nicel ölçütleri dikkate almak amacıyla yapay sinir ağı kullanılarak modellenmiştir. Kapsamlı bir yazın taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda tedarikçi değerlendirme süreci için *Fiyat, Kalite, Teslimat, Üretim Faktörleri ve Genel Faktörler* ana ölçütleri altında 19 adet alt ölçüt belirlenmiştir. Geliştirilen yapay sinir ağı modeli, Türkiye’de ilk 500 firma arasında bulunan büyük ölçekli bir gıda firmasında uygulanarak, firma verileri ile geliştirilen sistemin sonuçları karşılaştırılıp sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi değerlendirme, yapay sinir ağları

AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPROACH FOR SUPPLIER EVALUATION PROCESS: AN APPLICATION IN THE FOOD SECTOR

ABSTRACT

The purpose of this study is to propose an artificial neural network model for supplier evaluation process with regards to a wide literature research. The selection process is modeled by means of utilizing an artificial neural network model in order to take into consideration both quantitative and qualitative measures. 19 sub-criteria were set under main criteria *Cost, Quality, Delivery, Productions Factors and General Factors* for supplier evaluation process in accordance with a detailed literature review and experts’ opinions. Developed artificial neural network model was applied to a large-scale food company included in the first 500 big companies in Turkey. The results were presented, compared with the realized data, and also analyzed.

Keywords: Supplier chain management, supplier evaluation, artificial neural networks

* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

Son zamanlarda teknolojideki hızlı gelişme ve küreselleşmeye bağlı olarak artan rekabet ortamında firmaların müşteri isteklerine hızla yanıt verebilmeleri için kendi başarımlarının yanı sıra, birlikte çalıştıkları tedarikçilerinin de başarımlarının yüksek olması kaçınılmaz bir olgu hâlini almıştır. Nicel ve nitel ölçütleri bir arada içeren çok ölçütlü bir karar verme problemi olan tedarikçi değerlendirme ve seçme süreci ise, üzerinde çok sayıda çalışma yapılan, önemini günümüzde de devam ettiren kritik bir karar süreci olma niteliğine sahiptir (Sarkis ve Talluri, 2002).

Bu çalışmada, tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecinde kullanılan ölçüt ve yöntemlerle ilgili kapsamlı bir yazın taraması gerçekleştirilmiş ve tedarikçi değerlendirme süreci için bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli önerilmiştir. Geliştirilen YSA modeli, Türkiye’de ilk 500 firma arasında bulunan büyük ölçekli bir gıda firmasının tedarikçi değerlendirme sürecine uygulanmış, firma verileri ile geliştirilen sistemin sonuçları karşılaştırılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Bu çalışmanın giriş bölümünün ardından ikinci bölümde, tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecinde dikkate alınan ölçütlere ve bu süreçte yararlanılan yöntemlere ilişkin yazın taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, tedarikçi değerlendirme süreci için bir YSA modeli önerisinde bulunulmuş, modelin gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulanma süreci açıklanmıştır. Son bölümde ise sonuç ve değerlendirmeler tartışılmıştır.

2. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME VE SEÇME SÜRECİ

Tedarikçi değerlendirme, tedarik zincirinin etkili bir şekilde yönetimi için birçok olgunun bir arada göz önünde bulundurulmasını gerektiren kritik bir karar verme sürecidir. Geleneksel tedarikçi değerlendirme yöntemleri karar verme sürecinde sadece finansal ölçütleri kullanırken, sonraki yıllarda geliştirilen yöntemler, tedarikçi değerlendirme ve seçim işlemi

için fiyat ölçütünün tek başına yeterli olmadığını, bunun yanı sıra başka ölçütlerin de göz önüne alınması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Tedarikçi değerlendirme ve seçimi ile ilgili araştırmalar 1960’lı yıllara kadar uzanmaktadır (Huang ve Keskar, 2007). Bu alandaki ilk çalışma Dickson (1966) tarafından gerçekleştirilmiştir. Dickson, 170 satınalma müdüründen elde ettiği deneysel veriler sonucunda maliyet, kalite ve teslimat performansının tedarikçi seçiminde en önemli üç ölçüt olduğunu ortaya koymuştur. Dickson’un tedarikçi seçim ölçütleri Tablo 1’de verilmiştir:

Daha sonraki yıllarda Dickson (1966)’ın 23 ölçütü yeni iş gereksinimlerinin oluşması neticesinde geliştirilerek yeni ölçütlerin eklenmesiyle genişletilmiştir (Karthik, 2006).

1980’li yıllarda yapılan yazın çalışmaları maliyet üzerine odaklanırken (Huang ve Keskar, 2007), 1990’lı yıllarda bu ölçüte siparişi yerine getirme süresi ve müşteriye yanıt verme süresi de eklenmiştir (Huang ve Keskar, 2007). Weber vd. (1991) yaptıkları çalışmada tedarikçi değerlendirme ölçütlerini karşılaştırarak, kalitenin en yüksek oranla ilk sırada yer aldığını, kaliteyi teslimat başarımı ve maliyetin izlediğini ortaya koymuşlardır. Fawcett vd. (1997) ise çalışmalarında, tedarikçi performansı ile ilgili temel ölçütler olarak maliyet, kalite, teslimat, esneklik ve yenilik ölçütlerini kullanmışlardır. Ghodsypour ve O’Brien (1998)’a ait çalışmada da tedarikçi seçimi için göz önünde bulundurulması gereken ölçütler maliyet, kalite ve servis olarak ele alınmıştır.

Maliyet ölçütü de ilerleyen senelere bağlı olarak detaylandırılmaya başlanmıştır. Sabit maliyet, tasarım ve tedarik maliyeti, stok bulundurma maliyeti ve sipariş maliyeti, kalite maliyeti, teknoloji maliyeti ve satış sonrası servis maliyeti bunlar arasında gösterilebilir (Karthik, 2006).

Yakın geçmişte yapılan çalışmalar incelendiğinde ölçütlerin alt ölçütlerle daha da detaylandırıldığı ancak ana ölçütlerin genel olarak aynı kaldığı görülmektedir. Parahinski ve Benton (2004), tedarikçi başarımını

Tablo 1. Dickson'ın Tedarikçi Seçim Ölçütleri (Çelebi ve Bayraktar, 2008)

Önem sırası	Ölçüt	Önem sırası	Ölçüt
1	Kalite	13	Yönetim ve organizasyon
2	Teslimat	14	İşlem kontrolleri
3	Geçmiş performans	15	Tamir servis
4	Garanti ve şikayet politikası	16	Davranış
5	Üretim yöntemleri ve kapasitesi	17	Etki
6	Fiyat	18	Paketleme yeteneği
7	Teknik kapasite	19	İş ilişkileri kayıtlar
8	Finansal pozisyon	20	Coğrafi konum
9	Prosedürlere uyum	21	Geçmiş işlerin miktarı
10	İletişim sistemi	22	Eğitim olanakları
11	Tanınırlık ve endüstri konumu	23	Karşılıklı anlaşma
12	İş için isteklilik		

kritik başarı ölçütleri açısından ele almış ve ölçütleri ürün kalitesi, teslimat başarımı, fiyat, değişen isteklere yanıt verme, servis desteği ve genel başarım olarak belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada ise tedarikçi değerlendirmesinde göz önünde bulundurulması gereken ölçütler yönetsel yetenekler, teknolojik yetenekler, üretim tesisleri ve kapasiteleri olarak belirlenmiştir (Dağdeviren ve Eren, 2001). Çelebi ve Bayraktar (2008), tedarikçi değerlendirme süreci için önermiş oldukları bütünleşik modelde fiyat, kalite, hizmet ve dağıtım ana ölçütler olarak belirlemişlerdir.

Doğru bir tedarikçi değerlendirme süreci için, tedarikçi değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesinin

sahip olduğu önem bu konudaki çalışmalarını da arttırmıştır. Literatürdeki tüm bu bilgiler ve daha birçok araştırma, Dickson (1966)'ın belirlemiş olduğu ilk yedi ölçütten *geçmiş performans* ile *üretim yöntemleri ve kapasitesi* dışında kalan beş ölçütün öne çıktığını göstermiştir. Bu iki ölçüt ise, daha çok alt ölçütler olarak süreçte yer almışlardır. Hu (2004)'nun yapmış olduğu ve 1991 sonrasında gerçekleştirilen araştırmaların taranması neticesinde ise fiyat, kalite, üretim kapasitesi ve dağıtım, tedarikçi değerlemede dikkate alınan en önemli dört ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda fiyat, kalite, hizmet ve dağıtım ölçütleri birçok çalışmada en önemli ölçütler olarak ele alınmaktadır. Tablo 2'de bu dört

Tablo 2. Çalışmalara Göre Ölçütler (Çelebi ve Bayraktar, 2008)

Sıra	Çalışma	Çalışma	Çalışma	Çalışma
	Lehmann ve O'Shaughnessy (1974)	Evans (1981)	Lehmann ve O'Shaughnessy (1982)	Wilson (1984)
1	Teslimat	Teslimat	Kalite	Kalite
2	Fiyat	Fiyat	Fiyat	Hizmet
3	Kalite	Kalite	Hizmet	Fiyat
4	Hizmet	Hizmet	Teslimat	Teslimat

ölçütün çeşitli çalışmalardan elde edilmiş önem sıraları verilmiştir (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

Yazında yer alan tedarikçi değerlendirme ve seçim süreci ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ise, farklı yöntemlerin uygulandığı dikkati çekmektedir. Tedarikçi değerlendirme ve seçim sürecinde kullanılan yöntemler; tedarikçi ön değerlendirilmesi için kullanılan karar yöntemleri ve nihai seçim için karar yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tedarikçi ön değerlendirilmesi için kullanılan karar yöntemlerine veri zarflama analizi (VZA), kümelendirme analizi, durum tabanlı çıkarsama örnek olarak verilebilir. Nihai seçim için karar yöntemleri ise doğrusal ağırlıklandırma modeli, matematiksel programlama modelleri, istatistiksel modeller, yapay zeka tabanlı modeller olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Boer vd., 2001).

Weber vd. (1991), tedarikçi seçimi için kullanılan nicel yöntemleri; doğrusal ağırlıklandırma, matematiksel programlama ve istatistiksel yaklaşımlar olmak üzere üç sınıfa ayırmışlardır. Bazı yazarlar, bu yöntemlerin dışında farklı yöntemler de kullanmışlardır (Boer vd., 2001). Tedarikçi değerlendirme sürecini, nitel ve nicel ölçütleri bir arada içeren çok ölçütlü bir karar verme süreci olarak tanımlayan Ghodsypour ve O'Brien (1998) ise, çalışmalarında analitik hiyerarşi yöntemi ve doğrusal programlamanın birlikte kullanıldığı melez bir model önermişlerdir. Choy vd. (2003), tedarikçi seçme ve değerlendirme işlemi için YSA ve durum tabanlı çıkarsama yöntemlerini birlikte kullanarak melez bir sistem önermişlerdir. Bayraktar vd. (2004), tedarikçi değerlendirme ve seçme süreci için prototip bir uzman sistem yaklaşımı önermişlerdir. Chen vd. (2006) ise, tedarikçi değerlendirme ve seçimi için bulanık mantık ve TOPSIS yönteminin birleşimi olan bulanık TOPSIS yaklaşımını ortaya koymuşlardır. Haq ve Kanann (2006), bütünlük tedarikçi seçimi ve çok kademeli envanter dağıtım modeli ile ilgili bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ve genetik algoritma kullanmışlardır. Çelebi ve Bayraktar (2008), tedarikçi değerlendirme ölçütlerine ilişkin eksik veri bulunması durumunda

tedarikçi değerlendirme süreci için yeni bir bütünlük YSA/VZA model önerisinde bulunmuşlardır.

Bu çalışmada, tedarikçi değerlendirme probleminin çözümü için nitel ve nicel ölçütleri bir arada dikkate alabilen ve doğrusal olmayan problemlerin çözümünde etkin bir şekilde kullanılabilen (Wei vd., 1997), çok sayıda girdinin aynı anda dikkate alınabildiği YSA'dan yararlanılmıştır.

3. YSA TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME MODELİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

3.1 Giriş

Bu çalışmanın amacı, tedarikçi değerlendirme süreci için bir YSA modeli önerisinde bulunmaktır. Geliştirilen model ileri beslemeli, çok katmanlı bir YSA modelidir. Yazında YSA kullanılarak geliştirilen tedarikçi değerlendirme çalışmaları incelendiğinde; Wei vd. (1997)'nin tedarikçi değerlendirme işlemi için bir YSA modeli geliştirdikleri belirlenmiştir. Bu çalışmalarında, ağırlık girdileri olarak *kalite*, *fiyat*, *coğrafya* ve *geçmiş performans* değerleri, çıktısı olarak da *tedarikçi ağırlıklı puanı* belirlenmiştir. Albino vd. (1998), alt yüklenici değerlendirme işlemi için YSA modeli önerisinde buldukları çalışmalarında, *fiyat indirimi*, *süre azaltma*, *teknik ve nitel özellikler*, *güvenilirlik*, *yönetim becerisi* ölçütlerini sistem girdisi olarak belirlemişlerdir. Sistem çıktısı olarak da *alt yüklenici değerlendirme* ölçütü kullanılmıştır. Albino vd. (1998)'nin çalışmasında deneme yanılma ile belirlenen yedi sinir hücreli gizli katman bulunmaktadır. Temur vd. (2007)'nin önerdiği ileri beslemeli çok katmanlı YSA yaklaşımında; tedarikçi seçimi için *kalite*, *maliyet*, *hizmet* ve *dağıtım* ana ölçütleri altında 16 adet alt ölçüt ele alınmıştır. Sistem çıktısı olarak da her bir tedarikçi için *ağırlıklı toplam puan değerinin* belirlendiği modelde yapılan analizler neticesinde girdi, iki gizli ve çıktı katmanlarında 16-2-3-1 sinir hücresi içerecek şekilde bir model oluşturulmuştur. Sari vd. (2007), sanal teşebbüslerde ortakların başarımlarının değerlendirilmesi için bir

YSA yaklaşımı geliştirmişlerdir. *Kalite, teslimat ve ilerleme ölçütleri* temel alınarak yapılan bu çalışmada geliştirilen YSA'da, başarımlar değerlendirme ölçütlerini temsilen üç girdili sinir hücresi kullanılmıştır. Seçilen iki gizli katman için yedişer sinir hücresi ve ortakların başarımlar puanlarını gösteren bir çıktı sinir hücresi ile bir YSA modeli geliştirmişlerdir.

3.2 Tedarikçi Değerlendirme Süreci için YSA Modelinin Oluşturulması

Bu çalışmanın YSA modeli geliştirilmesi aşamasında, tedarikçi değerlendirme sürecinde

kullanılacak olan değerlendirme ölçütleri, yazın taraması ve uzman kişilerle ikili görüşmeler neticesinde belirlenmiştir. Bu bağlamda, *kalite, teslimat, fiyat, üretim faktörleri ve genel faktörler* ana ölçütleri altında belirlenen 19 adet alt ölçüt kullanılarak tedarikçi değerlendirme sürecini gerçekleştirecek ileri beslemeli bir YSA modeli önerilmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen tedarikçi değerlendirme ölçütleri Tablo 3'de verilmiştir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde 11 ölçüt için beşli likert ölçeği kullanılmış, diğer sekiz ölçüt için de evet- hayır yanıtları alınarak bu yanıtlara karşılık 1 ve 5 puanları atanmıştır.

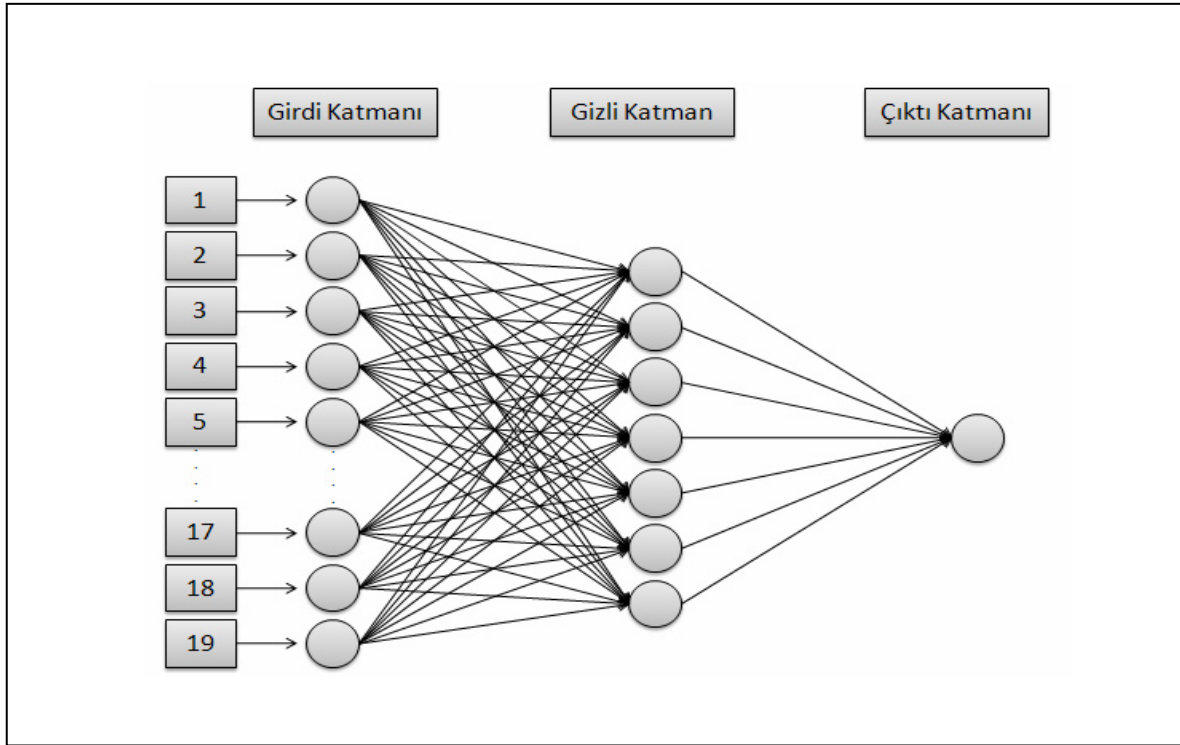
Tablo 3. Tedarikçi Değerlendirme Ölçütleri

Tedarikçi Değerlendirme Ölçütleri	Kaynaklar
Fiyat	Kumar vd., 2006; Bevilacqua vd., 2006; Nartey ve Nobegang, 2008; Amid vd., 2006; Weber vd., 1991; Dickson, 1966; Öz ve Baykoç, 2004; Hongvd., 2005
Ödeme Koşulları	Altuntas vd., 2006; Lehmann ve O'Shaighnessy, 1982
Fiyat Seviyesi	Dickson, 1966
Fiyat Şeffaflığı	Kumar vd., 2006; Bevilacqua vd., 2006
Kalite	Altuntas vd., 2006
ISO Belgesine Sahip Olma	Araz ve Ozkaran, 2007; Amid vd., 2006; Nartey ve Nobegang, 2008; Ha ve Krishnan, 2008; Weber vd., 1991; Dickson, 1966; Öz ve Baykoç, 2004; Dağdeviren ve Eren, 2001; Altuntas vd., 2006; Hong vd., 2005
ISO Standartlarına Uyma	Nartey ve Nobegang, 2008
Kalite Kontrol Süreci	Dickson, 1966
Özel Kalite Kontrol Süreçleri	
OHSAS Belgesine Sahip Olma	
HACCP Belgesine Sahip Olma	
Teslimat	Araz ve Özkaran, 2007; Ha ve Krishnan, 2008; Weber vd. 1991; Dickson, 1966; Öz ve Baykoç, 2004; Liu ve Hai, 2005; Lehmann ve O'Shaighnessy, 1982
Siparişi Yerine Getirme Süresi	
Zamanında Teslimat	Dickson, 1966; Nartey ve Nobegang, 2008; Ha ve Krishnan, 2008
Satış Sonrası Destek	Amid vd., 2006
Üretim Faktörleri	Dickson, 1966; Liu ve Hai, 2005
Teknolojik Seviye	Öz ve Baykoç, 2006; Chen vd., 2006
Üretim Kapasitesi	Araz ve Özkaran, 2007; Chen vd., 2006, Nartey ve Nobegang, 2008; Dickson, 1966; Altuntas vd., 2006
Firma Büyüklüğü	Amid vd., 2006; Dickson, 1966
Esneklik	Liu ve Hai, 2005
Genel Faktörler	Dickson, 1966
Referanslar	Nartey ve Nobegang, 2008
Tarihsel Başarımlar	Dickson, 1966
İletişim Kolaylığı	Araz ve Özkaran, 2007; Ha ve Krishnan, 2008

3.3 Ağ Yapısı Tasarımı

Tedarikçi değerlendirme ve seçimi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda genellikle ileri beslemeli çok katmanlı ağ yapısının tercih edildiği görülmektedir (Wei vd., 1997; Albino vd., 1998; Sari vd., 2007; Temur vd., 2007). Bu çalışmada basit bir mimari yapıya ve algoritmaya sahip olan ve birçok farklı problem türünü çözmeye başarı kanıtlanmış olan çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli kullanılmıştır (Çelebi ve Bayraktar, 2008; Temur vd., 2007). Model; girdi katmanı, tek gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Çok katmanlı modelin uygulanmasında başarı için gerekli en önemli parametrelerden biri uygun ağ yapısının belirlenmesidir. Fakat en iyi yapının belirlenmesi açık ve zor bir problemdir. Bu doğrultuda, basitlik sağlanması amacıyla da, tek girdi, tek gizli ve bir çıktı katmanına sahip çok katmanlı bir ağ yapısı seçilmiştir (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

Şekil 1'den de görülebileceği gibi girdi katmanı tedarikçi değerlendirme ölçütlerinin her birini temsil eden 19 sinir hücresinden oluşmaktadır. Çıktı katmanında ise 100 puan üzerinden değer üreten bir adet sinir hücresi bulunmaktadır. Gizli katmandaki sinir hücresi sayısının belirlenmesi çok önemlidir. Çünkü gizli katmanda bulunan sinir hücresi sayısı YSA'ların bir süreci modelleme doğruluğunu ve genelleştirme yeteneğini belirlemektedir (Chowdary, 2007). YSA yazını incelendiğinde, gizli katmandaki sinir hücresi sayısının tespit edilmesinde genel bir kuralın bulunmadığı dikkati çekmektedir (Chowdary, 2007). En uygun gizli hücre sayısının belirlenmesinde ağ adım adım eğitilerek, her bir eğitimin hata sonuçlarının karşılaştırılması yöntemi benimsenmiştir (Çelebi ve Bayraktar, 2008). Sonuç olarak, gizli katmanda bulunan sinir hücresi sayısı YSA'nın bir süreci modelleme doğruluğunu ve genelleştirme yeteneğini belirlediğinden uygun sinir hücresi sayısını belirlemek için birçok çalışmada olduğu



Şekil 1. Önerilen YSA Yapısı

gibi bu çalışmada da deneme-yanılma metodundan yararlanılmıştır (Chowdary, 2007; Albino ve Garavelli, 1998).

Bu çalışmada gizli katmandaki sinir hücresi sayısının belirlenmesi aşamasında “beşli çapraz doğrulama” metodu kullanılmıştır (Çelebi ve Bayraktar, 2008). Bu amaçla 50 adet tedarikçiye ait veri seti kümesi, çapraz doğrulama gerçekleştirebilmek için en üstten başlanarak sırasıyla 10’lu gruplara ayrılmış ve çapraz doğrulama ile ortalama karesel hatayı (OKH) en aza indiren sinir hücresi sayısı araştırılmıştır. Bu fomülde d_i i'ninci ağ çıktı değerini, y_i ise uzman tarafından i. tedarikçiye verilen değerlendirme puanını göstermektedir (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

$$OKH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - y_i)^2$$

Çapraz doğrulama için, öncelikle ilk 10 tedarikçiye ait bilgiler modelin testi için doğrulama verisi olarak, geriye kalan 40 adet veri ise eğitim seti olarak seçilmiştir. Daha sonra, her bir gizli katman sinir hücresi sayısı için YSA beş defa, 1000 iterasyon çalıştırılarak test ve eğitim verileri için en düşük OKH değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra ilk aşamada doğrulama için seçilmiş olan veriler eğitim setine katılarak, eğitim setinde bulunan ikinci 10’luk küme çapraz doğrulama seti olarak seçilmiştir. Ağ benzer şekilde çalıştırılarak test ve eğitim için minimum OKH değerleri not edilmiştir. Bu süreç 10’luk çapraz doğrulama kümelerinin hepsi kullanılabildiği kadar beş kere gerçekleştirilmiştir. Bu süreçlerin sonunda beş farklı küme için eğitim ve çapraz doğrulama setlerine ait OKH değerleri belirlenerek ortalamaları alınmıştır. İşlem sonucunda minimum OKH değerinin yedi adet gizli sinir hücresi içeren bir ağ yapısı için elde edildiği tespit edilmiştir (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

Önerilen YSA modelinde aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad X = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i$$

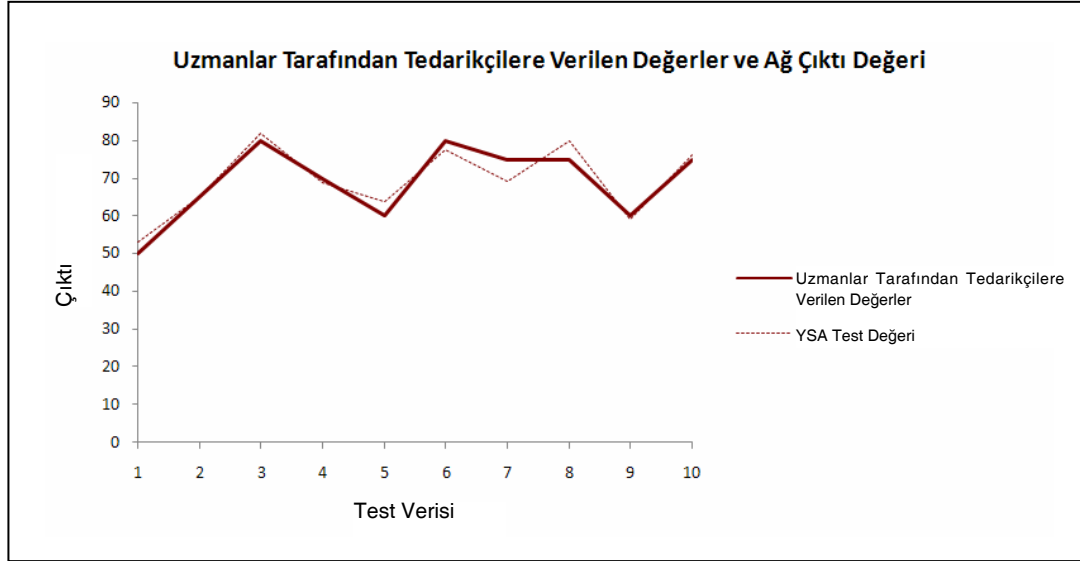
Burada n -girdi ölçütü sayısını, x_i i'ninci değerlendirme ölçütünün değerini ve w_i -bu ölçütün ağırlık değerini göstermektedir. Hiperbolik tanjant fonksiyonu doğrusal olmayan yapıları modellemeye izin verdiği için tercih edilmiştir (Çelebi ve Bayraktar, 2008).

Gizli katmandaki nöron sayısı yedi olarak belirlendikten sonra bu sefer 50 adet tedarikçiye ait verilerin %80’i eğitim seti, geriye kalan %20’si ise ağıın genelleme yeteneği ve doğruluğunu değerlendirmek için test seti olarak kullanılmıştır. Daha sonra, 0,7 momentum değeri temel alınarak geliştirilen model on defa 1000 iterasyon çalıştırılmıştır. İterasyon sayısı 1000 olduğunda ya da ağıın çapraz doğrulama hatası artmaya başladığı noktada eğitim durdurulmuştur. Ağıın yerel minimuma takılmaması için diğer tüm parametreler aynı kalmak koşulu ile ağ farklı rassal ağırlıklarla onar kez çalıştırılarak 20 deney yapılmıştır. Bu işlemler neticesinde ağ modeli için en başarılı öğrenme 20 deneme işlemi sonucunda 15. denemede 271. yinelemenin bağlantı ağırlıklarıyla elde edilmiştir.

Eğitilen ağıın uygunluğunun ölçülebilmesi için daha önce kullanılmamış olan verilerle test edilmesi gerekmektedir. Şekil 2, ağıın test işlemine ait sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4’te eğitim ve test işlemleri sonucunda elde edilen hata değerleri verilmiştir. Buna göre test işlemleri sonucunda elde edilen ortalama mutlak hata değeri MAE (mean absolute error) %2,55’dir.

Eğitim ve test işlemleri sonucu modelin verdiği çıktıların uzmanlar tarafından önerilen sonuçlara çok yakın olduğu görülmektedir. Buna göre geliştirilen YSA modeli uzmanlar tarafından kabul edilebilir düzeyde hata payına sahip olan, doğru, güvenilir ve kolay bir sistem olarak nitelendirilmiştir.



Şekil 2. YSA Test Sonuçları

Tablo 4. YSA Hata Değerleri

	Ağ çıktısı	
	MSE	2,868374
Eğitim Seti	NMSE	0,016055
	MAE	1,199306
Test Seti	MSE	9,640253
	NMSE	0,108317
	MAE	2,555282

Bu çalışmada geliştirilen modelin eğitim ve test aşamalarında Neuro Solutions for Excel yazılımı kullanılmıştır (Neuro Solutions, 2008).

4. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Günümüzde tedarik zinciri kavramının gelişmesine bağlı olarak alıcı-tedarikçi ilişkileri, kısa süreli ilişkilerin kurulduğu rekabete dayalı alım-satımların gerçekleştirildiği ilişkilerden çok daha öteye, uzun süreli ilişkilerin kurulduğu iş ortaklıkları olarak nitelendirilmeye başlanmıştır. Dolayısıyla bu tür uzun süreli ilişkilerin kurulacağı tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi kararı firma yöneticileri için kritik bir karar süreci olarak ele alınmalıdır.

Bu çalışmada tedarikçi değerlendirme sürecinde

kullanılan ölçüt ve yöntemlerle ilgili kapsamlı bir yazın taraması gerçekleştirilmiştir. İlk olarak yazındaki tedarikçi değerlendirme ve seçme ölçütleri ayrıntılı bir şekilde incelenerek, uygulamanın yapıldığı firmanın içinde bulunduğu gıda sektörünün de kendine özgü ölçütleri göz önüne alınıp değerlendirme ölçütleri tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak tedarikçi değerlendirme süreci için değerlendirme ölçütleri olarak yazın taraması ve uzman kişiler ile ikili görüşmeler neticesinde *kalite, teslimat, fiyat, üretim faktörleri ve genel faktörler* ana ölçütleri altında 19 adet alt ölçüt belirlenmiştir.

Bu çalışmada uygun ağ yapısının belirlenebilmesi için beşli çapraz doğrulama yöntemi ile gizli katmandaki sinir hücresi sayısı tespit edilmiştir. Önerilen YSA modelinde; tedarikçi değerlendirme ölçütlerini temsil eden 19 adet girdi sinir hücresi, tek gizli katmanda yer alan yedi adet sinir hücresi ve tedarikçi başarımını gösteren tek çıktılı ileri beslemeli bir ağ yapısı oluşturulmuştur.

Önerilen YSA modelinin türettiği ağ çıktı değerleri ile uzman değerlerinin birbirine yakın sonuçlar vermesi ve ortalama mutlak hata değerinin %2,55

olması firma yöneticileri tarafından kabul edilebilir bir sonuç olarak ifade edilmiştir.

Bu çalışmada tedarikçi değerlendirme işleminin kolay ve güvenilir bir şekilde yapılabilmesini sağlayacak bir karar destek sistemi önerisinde bulunulmuştur. Geliştirilen model, farklı sektörlerde faaliyet gösteren farklı büyüklükteki firmaların da kullanabileceği bir yapıya dönüştürülebilir.

Bu çalışma, incelenen YSA temelli tedarikçi değerlendirme çalışmaları arasında ele alınan değerlendirme ölçütleri açısından geniş kapsamlı bir çalışmadır. Böylece tedarikçi değerlendirmede kullanılan ölçütlerin çok kapsamlı olduğu karmaşık değerlendirme problemlerinde de YSA'nın başarılı olduğuna dair bir örnek verilmiştir.

İleriki çalışmalarda, sinir hücresi ağırlıklarının belirlenmesi için genetik algoritma yöntemi kullanılıp melez bir sistem oluşturularak, sistemin başarımı artırılabilir. Ayrıca, bu çalışmada geliştirilen YSA'nın çıktısı katmanındaki sinir hücresi sayısı tedarikçi değerlendirme ana ölçütlerini içerecek şekilde artırılabilir. Böylece geliştirilmiş olan yeni YSA modeli, tedarikçi seçim işlemi için farklı bir karar destek sisteminin girdisi olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

1. Albino, V., Garavelli, A.C. 1998. "A Neural Network Application to Subcontractor Rating in Construction Firms", Pergamon International Journal of Project Management, 16(1), 9-14.
2. Altuntas, B.M., Bayraktar D., Çebi F. 2006. "An Application of Expert System Approach for Supplier Evaluation and Selection", PICMET [CD ROM].
3. Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C. 2006. "Fuzzy Multiobjective Linear Model for Supplier Selection in a Supply Chain", International Journal of Production Economics, 104, 394-407.
4. Araz C., Ozkarahan I. 2007. "Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing based on a New Multicriteria Sorting Procedure", International Journal of Production Economics, 106(2), 585-606 .
5. Bayraktar, D., Çebi, F., Turan, H.H. 2004. "A Prototype Expert System Approach for Supplier Evaluation and Selection Process", Proceedings of the 34th International Conference on Computers & Industrial Engineering [CD ROM].
6. Bevilacqua, M., Ciarapica F.E., Giacchetta, G. 2006. "A fuzzy-QFD Approach to Supplier Selection", Journal of Purchasing & Supply Management, 12, 14-27.
7. Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P. 2001. "A Review of Methods Supporting Supplier Selection", European Journal of Purchasing & Supply Management , 7(2), 75-89.
8. Chen, C.T., Lin, C.T., Huang, S. 2006. "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management", International Journal of Production Economics, 102, 289-301.
9. Chowdary, B.V. 2007. "Back-Propagation Artificial Neural Network Approach for Machining Centre Selection", Journal of Manufacturing Technology Management, 18 (3), 315-332.
10. Choy, K.L., Lee, W.B., Lo, V. 2003. "Design of an Intelligent Supplier Relationship Management System: A Hybrid Case based Neural Network Approach", Expert Systems with Applications, 24, 225-237.
11. Çelebi, D., Bayraktar, D. 2008. "An Integrated Neural Network and Data Envelopment Analysis for Supplier Evaluation Under Incomplete Information", Expert Systems with Applications, 35, 1698-1710.
12. Dağdeviren, M., Eren, T. 2001. "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Derg., 16(2), 41-52.
13. Dickson, G.W. 1966. "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", Journal of Purchasing, 2, 5-17.
14. Evans, D.R. 1981. "Decision Criteria used in Buying Different Categories of Products", Journal of Purchasing and Materials Management, August, 9-14.
15. Fawcett, S.E., Stanley, L.L., Smith, S.R. 1997. "Developing A Logistics Capability to Improve the Performance of International Operations", Journal of Business Logistic, 18 (2), 101-127.
16. Ghodsypour, S.H., O'Brien, C. 1998. "A Decision Support System for Supplier Selection using an Integrated

- Analytic Hierarchy Process and Linear Programming”, *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
17. Ha S.H., Krishnan R. 2008. “A Hybrid Approach to Supplier Selection for the Maintenance of a Competitive Supply Chain”, *Expert Systems with Applications*, 34, 1303-1311.
 18. Haq, A.N., Kannan, G. 2006. “Design of an Integrated Supplier Selection and Multi-Echelon Distribution Inventory Model in a Built-to-Order Supply Chain Environment”, *International Journal of Production Research*, 44(10), 1963-1985.
 19. Hong, G.H., Park, S.C., Jang, D.S., Rho, H.M. 2005. “An Effective Supplier Selection Method for Constructing a Competitive Supply-Relationship”, *Expert Systems with Applications*, 28, 629-639.
 20. Hu, J. 2004. “Supplier Selection Determination and Centralized Purchasing Decisions”, *Doktora Tezi*, Washington State University.
 21. Huang, S.H., Keskar, H. 2007. “Comprehensive and Configurable Metrics for Supplier Selection”, *International Journal of Production Economics*, 105, 510-52.
 22. Karthik, V.N. 2006. “An Integrated Supplier Selection Methodology for Designing Robust Supply Chains”, *Management of Innovation and Technology*, 2006 IEEE International Conference, 2, 906-910.
 23. Kumar, M., Vrat, P., Shankar R. 2006. “A Fuzzy Programming Approach for Vendor Selection Problem in a Supply Chain”, *International Journal of Production Economics*, 101, 273-285.
 24. Lehmann, D.R., O’Shaughnessy, J. 1974. “Difference in Attribute Importance for Different Industrial Products”, *Journal of Marketing*, 38, 36-42.
 25. Lehmann, D.R., O’Shaughnessy, J. 1982. “Decision Criteria used in Buying Different Categories of Products”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, August, 9-14.
 26. Liu, F.H., Hai, H.L. 2005. “The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier”, *International Journal of Production Economics*, 97, 308-317.
 27. Nartey, M.D., Nobegang, A.N. 2008. “Supplier Selection under Uncertainty: The Case Of Newly Created Supplier Firms”, *Master Thesis in International Logistics and Supply Chain Management*, Jönköping International Business School, Jönköping University.
 28. Öz, E., Baykoç, Ö.F. 2004. “Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19(3), 275-286.
 29. Parahinski, C., Benton, W.C. 2004 “Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance”, *Journal of Operations Management*, 22, 39-62.
 30. Sari, B., Amaitik, S., Kilic, E. 2007. “A Neural Network Model for the Assessment of Partners’ Performance in Virtual Enterprises”, *International Journal of Advance Manufacturing Technology*, 816-825.
 31. Sarkis, J., Talluri, S. 2002. “A Model for Strategic Supplier Selection”, *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 18-28.
 32. Temur, G., Emeksizoğlu, B., Sönmeztürk, G., Çelebi, D., Bayraktar, D. 2007. “Development of Supplier Selection System using Artificial Neural Network Approach: A Case Study in an Automotive Company”, *International Logistics and Supply Chain Congress*, 632-638.
 33. Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C. 1991. “Vendor Selection Criteria and Methods”, *European Journal of Operational Research*, 50, 2-18.
 34. Wei, S., Zhang, J., Li, Z. 1997. “A Supplier-Selecting System Using a Neural Network”, *IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems*, 468-471.
 35. Wilson, D.R. 1984. “Decision Criteria used in Buying Different Categories of Products”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, August, 9-14.
 36. NeuroSolutions 2008, www.neurosolutions.com. Son erişim tarihi: 2 Şubat 2008.