

# Tedarikçi Değerlendirme Sürecinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Sektörel Bir Uygulama

## Using an Artificial Neural Network Approach for Supplier Evaluation Process and a Sectoral Application

A. Yeşim YAYLA\*, Selim HARTOMACIOĞLU

Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, 34722, Göztepe, İstanbul

Geliş Tarihi/Received : 23.11.2010, Kabul Tarihi/Accepted : 18.03.2011

### ÖZET

Bu çalışmada, Seramik Sektöründe faaliyet gösteren tedarikçi firmaların, eş zamanlı mühendislik metodunu kullanım etkinliğine göre değerlendirilmesi sürecinde kullanılmak üzere; üç katmanlı, ileri beslemeli, geriye yayımlı bir Yapay Sinir Ağı modeli geliştirilerek, bu modelin, tedarikçi değerlendirme sürecinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan araştırma modelinin bağımsız değişkenleri ağın giriş değişkenleri olarak, bağımlı değişkeni ise çıkış değişkeni olarak kullanılmıştır. Bu değişkenlerin değerleri faktör analizi yardımı ile belirlenmiştir. Analizde kullanılacak veri setinin temini için, ağın giriş ve çıkış değişkenlerini açıklayan otuz dört soruluk bir anket formu hazırlanarak, ilgili sektörde faaliyet gösteren 52 firmayı kapsayan anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Ağın daha doğru sonuçlar vermesi için, analiz sonuçlarına göre faktör yükü 0.6'nın altında değere sahip sorular elenmiştir. Elenen soruların değerlendirme dışı bırakılması ile, 8 giriş değişkenini açıklayan 22 soruya verilen cevaplar ağın giriş değerlerinin belirlenmesinde, çıkış değişkenini açıklayan 3 soruya verilen cevaplar ağın çıkış değerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ağın giriş ve çıkış değerlerine ilişkin veri seti, k-fold yöntemi ile 4 eşit gruba ayrılarak dört farklı alternatif ağ yapısı oluşturulmuştur. Sonuç olarak, en düşük hatayı veren ağın test simülasyonu sonucunda elde edilen tahmini firma puanları ile gerçek firma puanları birbirine çok yakın çıktığı için, geliştirilen Yapay Sinir Ağı modelinin, tedarikçi değerlendirme sürecinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** *Tedarikçi değerlendirme, Eş zamanlı mühendislik, Yapay sinir ağları.*

### ABSTRACT

In this study, a-three layered feed-forward backpropagation Artificial Neural Network (ANN) model is developed for the supplier firms in ceramic sector on the bases of user effectiveness for using concurrent engineering method. The developed model is also questioned for its usability in the supplier evaluation process. The network's independent variables of the developed model are considered as input variables of the network and dependent variables are used as output variables. The values of these variables are determined with factor analysis. For obtaining the data set to be used in the analysis, a questionnaire form with 34 questions explaining the network's input and output variables are prepared and sent out to 52 firms active in related sector. For obtaining more accurate results from the network, the questions having factor load below 0,6 are eliminated from the analysis. With the elimination of the questions from the analysis, the answers given for 22 questions explaining 8 input variables are used for the evaluation the network's inputs, the answers given for 3 questions explaining output variables are used for the evaluation the network's outputs. The data set of the network's are divided into four equal groups with k-fold method in order to get four different alternative network structures. As a conclusion, the forecasted firm scores giving the minimum error from the network test simulation and real firm scores are found to be very close to each other, thus, it is concluded that the developed artificial neural network model can be used effectively in the supplier evaluation process.

**Keywords :** *Supplier evaluation, Concurrent engineering, Artificial neural network.*

---

\* Yazışılan yazar/Corresponding author. E-posta adresi/E-mail address : yyayla@marmara.edu.tr (A.Y. Yayla)

## 1. GİRİŞ

Son zamanlarda, teknolojideki hızlı gelişme ve küreselleşmeye bağlı olarak hızla değişen rekabet ortamında firmaların müşteri isteklerine hızla cevap verebilmeleri için kendi başarımlarının yanı sıra, birlikte çalıştıkları tedarikçilerin de başarımlarının yüksek olması kaçınılmaz bir olgu haline 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 hala devam ettiren kritik bir karar süreci olma niteliğine sahiptir (Türker v.d., 2009; Wu, 2009).

Bu çalışmada, Seramik Sektöründe faaliyet gösteren tedarikçilerin, eş zamanlı mühendislik metodunu kullanım etkinliğine göre değerlendirilmesi süreci için bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli geliştirilerek, kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, ağın giriş ve çıkış değişkenlerini açıklayan soruların yer aldığı, toplam otuz dört soruluk bir anket geliştirilerek, ilgili sektörde faaliyet gösteren 52 firmanın katılımıyla anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler kullanılarak, ağın giriş ve çıkış değişkenlerinin değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak ölçeklerin (soruların) tespit edilmesi amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Geliştirilen ağın daha doğru sonuçlar vermesi için, faktör yükü 0.6'nın altında değere sahip ölçeklerin (soruların) elenmiş, açıklanan toplam varyansın % 75,787'den, % 79,663'e yükseldiği gözlenmiştir. YSA modelinin giriş katmanında yer alan 8 giriş değişkeninin değeri, anketi cevaplayan firmaların, faktör yükü 0.6 ve üstü değere sahip 8 bağımsız değişkene ait 22 soruya verdiği cevapların ortalaması alınıp, 0 ile 1 arasında normalize edilerek belirlenmiştir. Bu firmaların, eş zamanlı mühendislik değişkenine ait 3 soruya verdiği cevapların ortalaması alınarak, 0 ile 1 arasında normalize edilen değerler YSA modelinin çıkış değişkeninin değeri olarak belirlenmiş ve eş zamanlı mühendislik yaklaşımı kullanım etkinliğini belirten ağırlıklı firma puanları olarak tespit edilmiştir. Ağın giriş ve çıkış değerlerine ilişkin veri seti, k-fold yöntemi ile 4 eşit gruba ayrılmış ve her bir ağ için farklı bir grubun test verisi olarak değerlendirildiği ağlar geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler çalışmanın sonunda yer almaktadır.

## 2. EŞ ZAMANLI ÜRÜN GELİŞTİRME

Eş zamanlı ürün geliştirme (eş zamanlı mühendislik-EZM), ürünlerin ve ürünle ilgili süreçlerin bütünlük ve eş zamanlı olarak tasarlanmasına yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Temel hedef, tasarımı gerçekleştirilen ürünün, kavram geliştirme aşamasından bertaraf edilmesine kadarki ürün

yaşam çevrimi adımlarının tamamının; kullanıcı istekleri, kalite ve süre dahil bütün yönleriyle ele alınmasını sağlamaktır (Monczka v.d., 2001). Bir başka deyişle EZM, müşteri isteklerinin karşılanabileceği özelliklerdeki ürünün; tasarımının ve diğer ürün geliştirme süreçlerinin, ürünle ilgili bölümlerin, tedarikçilerin ve müşterilerin de yer aldığı çapraz fonksiyonel ekipler tarafından; kaliteli, hızlı ve ekonomik bir şekilde yürütülmesinin gerçekleştirildiği bir yöntemdir (Reinertsen, 1997).

Eş zamanlı mühendislik, teknolojik değil psikolojik bir kavramdır. Bölümler arası bariyerleri yıkmaya çalışır ve bütün ürün geliştirme çevrimi boyunca insanların iletişim kurmalarını sağlar. Tüm bölümlerdeki uzmanların, olası problemlere engel olmak için projeye bilgi ve deneyimleriyle katkıda bulunmalarını sağlar (Gao v.d., 2000).

Eş zamanlı mühendislik, ürün geliştirme performansını artırarak ve ürün geliştirme çevrim süresini kısaltarak müşteri memnuniyetini sağlayan ve firmanın pazar başarısını artıran bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ardışık faaliyetlerden ziyade, eş zamanlı olarak yürütülen faaliyetleri içermektedir. Firmalar, ürünlerin yenilik yeteneklerini ve kalitesini iyileştirmek için, eş zamanlı mühendislik faaliyetlerini faydalı bulmaktadırlar. Yeni ürün geliştirme zamanının kısaltılması, maliyetlerinin azaltılması ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayan yeni ürünlerin kalitesinin artırılması gibi amaçlar, eş zamanlı mühendislik uygulaması ile başarılabılır (Yayla ve Yıldız, 2008).

## 3. EŞ ZAMANLI ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNDE TEDARİKÇİLERİN ROLÜ

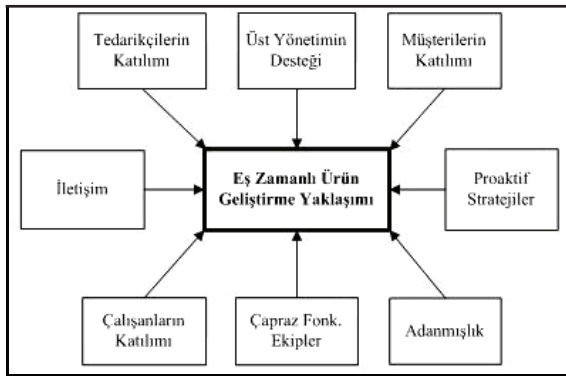
Rekabetçi ortamda ayakta kalabilmek ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeni ürünler geliştirmek için, müşteriler kadar, beraber çalışılan tedarikçilerin de, üretici firmanın ürün geliştirme süreci ile bütünleşmesi önemlidir. Birçok araştırma ve çalışma sonucunda, tedarikçilerin ürün geliştirme süreci üzerinde önemli rolleri olduğu belirlenmiş ve tedarikçiler yeniliğin önemli bir kaynağı olarak kabul edilmiştir. Firmalar, tedarikçilerini; yeni ürün geliştirme çalışmalarında aktif rol almaya teşvik ederek ve onların; kaynaklarını, yeteneklerini, kapasitelerini kullanarak; ürün geliştirme çevrim süresini, maliyetleri azaltmada ve daha iyi ürün kalitesi ya da daha çok müşteri çeken ürün özellikleri elde etmede rekabet avantajı elde edebilir (Sabine ve Urban, 2006).

#### 4. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME SÜRECİ İÇİN GELİŞTİRİLEN YAPAY SİNİR AĞI MODELİ

##### 4. 1. Firmalarda Eş Zamanlı Ürün Geliştirme Yaklaşımının Kullanım Etkinliğini Artıran Faktörler

Ürün Geliştirme çevrim zamanlarının kısaltılması yolunda, firmalar farklı yöntemler kullanmaktadır. Ürün geliştirme prosesini hızlandırma yaklaşımları arasında yer alan EZM, yeni ürün geliştirme hızı ve yeni ürün karlılığı üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.

EZM metodunun kullanım etkinliğini artıran faktörlere ilişkin literatür incelendiğinde; üst yönetimin desteği, iletişim, proaktif ürün geliştirme stratejileri, çapraz fonksiyonel ürün geliştirme ekipleri (Minderhoud ve Fraser, 2005; Veryzer, 2005; Thia v.d., 2005; Rundquist ve Chibba, 2004; Staudacher v.d., 2003; De Toni ve Nassimbeni, 2001; Gonzalez ve Palacios 2002; Maylor, 2001), ürün geliştirme çalışmalarına tedarikçilerin, müşterilerin ve çalışanların katılımı ve adanmışlık (Minderhoud ve Fraiser, 2005; Rundquist ve Chibba, 2004; Kusar v.d., 2004; De Toni ve Nassimbeni, 2001; Bonner v.d., 2002; Maylor, 2001; Nijssen ve Frambach, 2000; Langerak v.d., 1999) üzerinde sıklıkla durulduğu tespit edilmiştir. Bu faktörlerin her birine, araştırmamızın teorik modelinde (Şekil 1), EZM metodunun kullanım etkinliğine etki eden bağımsız değişkenler olarak yer verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma modeli.

İşletmelerde üst yönetimin desteği, eş zamanlı mühendisliğin uygulanma başarısını ve ürün geliştirme performansını artırmaktadır (Bonner v.d., 2002). Üst yönetim, müşterinin sesini ve işletmenin koşullarını eş zamanlı olarak göz önünde bulundurarak işletme faaliyetlerini ve ürün geliştirme çalışmalarını yönetmekte ve organize etmektedir (Sherman v.d., 2000). Üst yönetim tarafından Ar-Ge çalışmalarına yeterli kaynağın

ayrılması ve çalışanlara projelerde görev alması için gerekli zaman ve desteğin verilmesi, süreçlerin ve yeni ürünün başarısı için oldukça önemlidir (Kovancı, 2004).

Bölümler arasında iletişimin artması, işletme faaliyetlerinin uyumunu ve koordinasyonunu olumlu yönde etkileyerek ürün geliştirme performansını artırmaktadır. Ayrıca yönetim kademeleri ile çalışanlar arasındaki iletişim kanallarının açık ve çok yönlü olması, çalışanların bilgi paylaşımını artıracığından, eş zamanlı mühendisliğin uygulanma başarısını artırmaktadır (Cooper, 2003; Goetsch ve Davis, 2006).

Ürün geliştirme çalışmalarında tedarikçilerin yer alması; yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürünlerin pazara giriş süresinin kısaltılması yanında, tedarikçi odaklı ürünler geliştirme hususunda da faydalıdır (Pujari v.d., 2003). Tedarikçilerin ürün geliştirme çalışmalarına katılmaları eş zamanlı mühendisliğin uygulanma başarısını artırmaktadır. Müşterilerin ürün geliştirme çalışmalarına katılımı, işletmelerin ürün geliştirme çalışmalarındaki başarısını artırmakta ve eş zamanlı ürün geliştirme çalışmalarını olumlu yönde etkilemektedir (Kumar ve Phrommathed, 2005; Russell ve Taylor, 2006).

Ürün geliştirme stratejileri, reaktif ve proaktif stratejiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Proaktif stratejileri uygulayan işletmelerin en önemli özellikleri, çevrelerindeki değişimleri tahmin etmeleri ve bunları rakiplerinden önce fırsatlara dönüştürmeleridir. Proaktif ürün geliştirme stratejilerinin kullanılması, eş zamanlı ürün geliştirme yaklaşımının başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Gilbert, 1994; Kahn, 2005).

Eş zamanlı mühendislik uygulamalarının en temel özelliklerinden bir tanesi, çapraz fonksiyonel ekiplerin oluşturulmasıdır. İşletmenin değişik bölümlerinden çalışanların yanı sıra, müşteri ve tedarikçiler de bu ekiplerde yer almaktadır (De Toni ve Nassimbeni, 2001). Çapraz fonksiyonel ekiplerin kullanılması; problemlerin hızlı çözülmesi, verimlilik artışı, ürün geliştirme çalışmalarında hız ve esneklik kazanma, iletişimin artması, motivasyonun artması, geliştirilen ürün sayısının artması, organizasyonun ve süreçlerin düzenlenmesi, bölümler arası koordinasyon ve bütünleşmenin sağlanması, müşteri ilişkilerinin gelişmesi, organizasyonel performansın iyileşmesi gibi yararlar sağlamaktadır (McGrath, 2004; Monczka v.d., 2001). Ürün geliştirme çalışmalarında çapraz fonksiyonel ekiplerin kullanılması, eş zamanlı mühendisliğin uygulanma başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Cooper, 2003; McGrath, 2004). Ürün geliştirme çalışmalarında ekip üyelerinin, ürün geliştirme

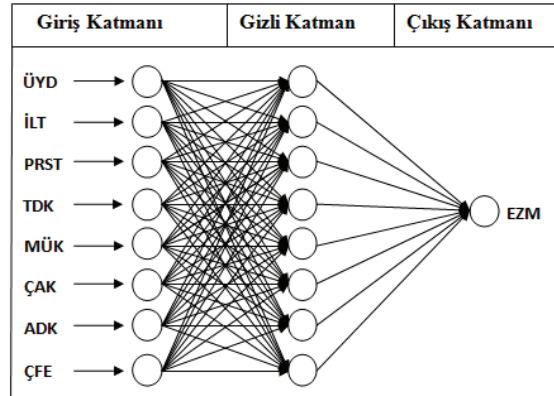
çalışmalarını sıradan bir görev olarak algılamaksızın, büyük bir istekle gönülden yapmaları, işletmenin ürün geliştirmedeki başarısını arttırmaktadır (Kahn, 2005, Efendigil v.d., 2008). Ürün geliştirme çalışmalarının başarısında, kendini ürün geliştirme çalışmalarına adanmış ve bunu tam zamanlı olarak yapan ekip üyelerinin eş zamanlı ürün geliştirme yaklaşımının uygulanma başarısı açısından önemi büyüktür (McGrath, 2004).

#### 4. 2. Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Geliştirilen Yapay Sinir Ağı Modeli

Yapay Sinir Ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bir tekniktir. Bu yetenekleri geleneksel programlama yöntemleri ile gerçekleştirmek oldukça zordur veya mümkün değildir. Bu nedenle YSA'nın, programlanması çok zor veya mümkün olmayan olaylar için geliştirilmiş adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir hesaplama yöntemi olduğu söylenebilir (Öztemel, 2003). Tedarikçi değerlendirme ve seçme probleminin, çok kriterli karar verme problemi olması, yöneticilerin karar vermesini zorlaştırıcı bir unsurdur. Bu bağlamda, çalışma kapsamında, geliştirilen bir YSA modelinin problem çözme sürecinde kullanılması ile, geleneksel programlama yöntemlerinin getirdiği birçok olumsuzluğun ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

Tedarikçi değerlendirme ve seçme problemi ile ilgili YSA çalışmaları incelendiğinde (Çelebi ve Bayraktar, 2008; Efendigil v.d., 2008; Türker v.d., 2009; Wu, 2009; Lee ve Yang, 2009), genellikle 3 katmanlı (tek gizli katman), ileri beslemeli, geri yayımlı ağların kullanıldığı görülmektedir. Çok katmanlı ağ modeli sadece basit yapı ve algoritmalar için değil, aynı zamanda karmaşık problemlerin çözümünde de kullanılmaktadır. Çok katmanlı yapılar; bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve çıkış değerini veren bir çıkış katmanından oluşmaktadır. Çok katmanlı ağların eğitimi için birçok eğitim algoritması olmasına rağmen, geriye yayılım, yüksek doğruluk düzeyi ve düşük karmaşıklık düzeyinden dolayı en popüler olanıdır (Bolat ve Kalenderli, 2003; Wei v.d., 1997; Xu v.d., 2007). Bu bağlamda, çalışma kapsamında, tedarikçi değerlendirme süreci için; üç katmanlı, ileri beslemeli, geriye yayımlı, yapay sinir ağı yapısı geliştirilmiştir (Şekil 2). Ağın giriş katmanında, araştırma modelinin bağımsız değişkenleri olan; ÜYD: Üst Yönetimin Desteği, İLT: İletişim, TDK: Tedarikçilerin Katılımı, MÜK: Müşterilerin Katılımı, ÇAK: Çalışanların Katılımı, PRST: Proaktif Stratejiler, ÇFE: Çapraz Fonksiyonel Ekipler,

ADK: Adanmışlık değişkenleri, çıkış katmanında ise, araştırma modelinin bağımlı değişkeni olan EZM: Eş Zamanlı Mühendislik değişkeni yer almaktadır.



Şekil 2. Yapay sinir ağının mimarisi.

Geliştirilen YSA modelinin giriş ve çıkış katmanındaki değişkenlerin değerlerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere, bu değişkenlerin her birini açıklayan toplam otuz dört soruluk bir anket formu hazırlanmıştır. Ankette yer alan ölçek soruları (üst yönetimin desteği için üç, iletişim için üç, tedarikçilerin katılımı için üç, çapraz fonksiyonel ekipler için dört, müşterilerin katılımı için üç, çalışanların katılımı için üç, proaktif stratejiler için altı, adanmışlık için üç ve eş zamanlı ürün geliştirme için altı soru olmak üzere toplam otuz dört soru), literatür araştırması sonucunda oluşturulmuş ve bu amaçla incelenen kaynakların bir kısmına model değişkenlerinin açıklandığı bölümde yer verilmiştir. Anket çalışmasına, ilgili sektörde faaliyet gösteren 52 tedarikçi firma katılmış ve tamamı kapalı uçlu hazırlanmış olan anket sorularının 5'li likert ölçeğine göre cevaplandırmıştır. Bu firmaların özelliklerine ait frekans tabloları (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3) ile değişkenlere ait ortalama ve standart sapma değerleri (Tablo 4) aşağıda yer almaktadır:

Tablo 1. Anketi cevaplayanların firmadaki görevi.

Görev	Frekans	%
Ar-Ge Müdürü	23	44.20
Teknoloji Müdürü	9	17.30
Ar-Ge Mühendisi	3	5.80
Üretim Müdürü	5	9.60
Fabrika Müdürü	7	13.50
Kalite Güvence Müdürü	3	5.80
Yönetim Kurulu başkanı	2	3.80
Toplam	52	100.0

**Tablo 2. Ankete katılan firmaların faaliyet alanı.**

Faaliyet Alanı	Frekans	%
Kaplama Malzemeleri	28	53.80
Sağlık Gereçleri	16	30.80
Sofra ve Süs Eşyaları	4	7.70
Teknik Seramikler	4	7.70
Toplam	52	100.00

**Tablo 3. Ankete katılan firmaların çalışan sayısına göre dağılımı.**

Çalışan Sayısı	Frekans	%
1-49	6	11.50
50-99	2	3.80
100-249	10	19.20
250-499	17	32.70
500-749	7	13.50
750-999	2	3.80
1000-1499	4	7.70
1500 -	4	7.70
Toplam	52	100.00

**Tablo 4. Değişkenlere ait ortalama ve standart sapma değerleri.**

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma
ÜYD	4,3076	0,7405
İLT	4,1088	0,61466
TDK	3,8974	0,62107
MÜK	4,0641	0,71717
ÇAK	3,5509	0,80814
PRST	3,8308	0,61534
ÇFE	3,6731	0,7155
EZM	3,6859	0,62418

Geliştirilen ağın giriş ve çıkış katmanındaki değişkenlerin değerlerinin belirlenmesinde, hangi ölçeklere (sorulara) verilen cevaplardan veri seti oluşturulacağına tespit edilmesi için, öncelikle faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi, ele alınan çok sayıda değişken içinden birbirinden bağımsız olarak öne çıkan değişkenleri ya da faktörleri belirlemek amacıyla uygulanmaktadır (Manly, 1994; Özdamar, 2002). Bir başka deyişle faktör analizi, bütün değişkenlerin ilgili faktörlere yüklenip yüklenmediklerini test etmek amacıyla yapılmaktadır (Köksal, 1995).

Anket çalışmasından elde edilen verilerin, faktör analizi için uygun olup olmadığının değerlendirilmesinde, (Kalaycı, 2005)'de detaylı olarak açıklanmış olan, Bartlett Testi ve KMO Testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlara Tablo 5'de yer verilmiştir.

Test sonuçları incelendiğinde, Kaiser-Meyer-Olkin örnekleme yeterliliği ölçüsü olan  $0,61 > 0,50$  olduğu için, verilerin faktör analizi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bartlett testinin anlamlı ( $\text{sig.} = ,000$ ) çıkması, değişkenler arasında yüksek

korelasyonların mevcut olduğu, başka bir ifade ile veri setinin faktör analizi için uygun olduğu anlamına gelmektedir

**Tablo 5. KMO ve Bartlett's testi.**

Kaiser-Meyer-Olkin Örnekleme Yeterliliği Ölçüsü (Measure of Sampling Adequacy).		,610
Bartlett'in Küresellik testi (Bartlett's Test of Sphericity)	Yaklaşık Ki-Kare	1,194E3
	df	561
	Anlamlılık (Sig.)	,000

Anket sorularına verilen cevaplar esas alınarak gerçekleştirilen faktör analizine ilişkin sonuçlar, Tablo 6'da yer almaktadır. Hesaplamalarda Çözüm Yöntemi olarak, Temel Bileşenler Analizi, Rotasyon yöntemi olarak da Kaiser Normalizasyonu ile Varimax kullanılmıştır. Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlere ait her bir soru ölçek olarak adlandırılmıştır.

Geliştirilen YSA modelinin daha doğru sonuçlar vermesi için, Tablo 6'da yer alan, faktör yükü 0.6'nın altında değere sahip ölçekler elenmiştir. Elenen soruların değerlendirme dışı bırakılması ile yeniden yapılan faktör analizi sonuçları, Tablo 7'de yer almaktadır. Buradan, yapılan ikinci analiz ile, açıklanan toplam varyansın % 75,787'den, % 79,663'e yükseldiği gözlenmektedir. YSA modelinin giriş katmanında yer alan 8 giriş değişkeninin değeri, ankete katılan 52 firmanın; üst yönetimin desteği için 3 soru, iletişim için 3 soru, proaktif stratejiler için 5 soru, tedarikçilerin katılımı için 1 soru, müşterilerin katılımı için 3 soru, çalışanların katılımı için 2 soru, adanmışlık için 3 soru, çapraz fonksiyonel ekipler için 2 soru olmak üzere, 8 bağımsız değişkene ait 22 soruya verdiği cevapların ortalaması alındıktan sonra, 0 ile 1 arasında normalize edilerek belirlenmiştir. Aynı şekilde, eş zamanlı mühendislik değişkenini açıklayan 3 soruya verilen cevapların ortalaması alındıktan sonra, 0 ile 1 arasında normalize edilerek YSA modelinin çıkış değişkeninin değeri belirlenmiştir.

Neuro Solutions for Excel 6 paket programı kullanılarak, geliştirilen YSA modelinde, birinci katman olan giriş katmanı, giriş değişkeni sayısı olan 8 adet nöron içermektedir. Çıkış katmanında ise, ağırlıklı EZM firma puanını veren bir adet nöron bulunmaktadır. Giriş ve çıkış katmanında transfer fonksiyonu olarak "purelin" seçilmiştir. Tek gizli katmanlı bu ağda, gizli katman transfer fonksiyonu olarak, doğrusal olmayan yapıları modellemeye izin verdiği için (Monczka v.d., 2001) "tansig" fonksiyonu tercih edilmiştir.

Geliştirilen ağı eğitim fonksiyonu olarak, standart sayısal optimizasyon yöntemlerini kullanan algoritmalarından birisi olan, Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır (Bolat ve Kalenderli, 2003). Ağı performansını değerlendirmek için, hatanın kareler ortalaması (MSE) dikkate alınmıştır.

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

Burada, gerçek çıkış değeri  $y_i$  ve tahmini çıkış değeri  $d_i$ 'dir (Sherman v.d., 2000).

Gizli katman nöron sayısını belirlemede, genel kural olan, deneme yanılma yöntemi kullanılmıştır. İlk önce, veri sayısının az olduğu durumlarda sıklıkla kullanılan k-fold yöntemi ile, giriş ve çıkış değerlerine ilişkin veri seti (Tablo 8) 4 eşit gruba ayrılmıştır (Tablo 9).

Daha sonra, her defasında bu dört gruptan bir tanesi, test veri grubu olacak şekilde dört farklı alternatif ağ yapısı oluşturulmuştur. Her ağ yapısı için, 0-20 arasında nöron 3000 iterasyonla denenmiş ve sonuçları kaydedilmiştir. En düşük hatayı veren ağı, 8 nörona sahip  $k=2$  ağı olduğu tespit edilmiştir. Bu ağı eğitiminde elde edilen sonuçlar, grafik olarak Şekil 3'de, sayısal olarak da Tablo 10'da yer almaktadır.

En düşük hatayı veren ağı test sonuçları, Şekil 4'de ve test hata değerleri Tablo 11'de yer almaktadır. Test sonucunda elde edilen mutlak hata değerinin (MAE) % 7,78 olduğu tespit edilmiştir. Çıkış katmanı değişkeninin gerçek değerleri ile tahmin edilen değerlerinin karşılaştırılması Tablo 12'de yer almaktadır.

**Tablo 6. Değişkenlere ait faktör yükleri ve açıklanan toplam varyans yüzdesi.**

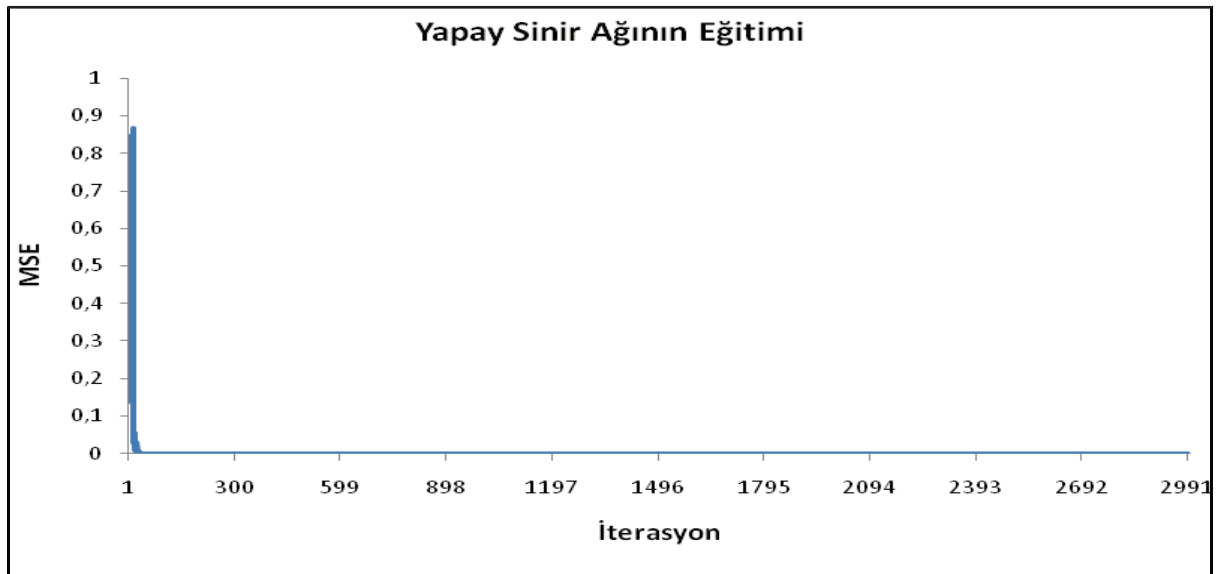
Açıklanan Toplam Varyans: % 75,787									
Ölçekler	Faktörler								
	ÜYD	İLT	PRST	TDK	MÜK	ÇAK	ADK	ÇFE	EZM
ÜYD1	0,764								
ÜYD 2	0,849								
ÜYD 3	0,827								
İLT1		0,607							
İLT 2		0,743							
İLT3		0,797							
PRST1			0,756						
PRST 2			0,908						
PRST 3			-0,787						
PRST 4			0,775						
PRST 5			0,745						
PRST 6			0,699						
TDK1					0,773				
TDK 2					0,522				
TDK 3					0,542				
MÜK1					0,663				
MÜK 2					0,877				
MÜK 3					0,672				
ÇAK1						0,547			
ÇAK 2						0,763			
ÇAK 3						0,601			
ADK1							0,667		
ADK2							0,823		
ADK3							0,806		
ÇFE1								0,666	
ÇFE2								0,794	
ÇFE3								0,586	
ÇFE4								0,354	
EZM1									0,702
EZM2									0,466
EZM3									0,623
EZM4									0,566
EZM5									0,709
EZM6									0,575

Rotasyon 12 iterasyonda sonuçlanmıştır.

**Tablo 7. Değişkenlere ait faktör yükleri ve açıklanan toplam varyans yüzdesi (ikinci Analiz).**

Açıklanan Toplam Varyans: 79,663									
Ölçekler	Faktörler								
	ÜYD	İLT	PRST	TDK	MÜK	ÇAK	ADK	ÇFE	EZM
ÜYD1	0,776								
ÜYD 2	0,87								
ÜYD 3	0,803								
İLT1		0,619							
İLT 2		0,814							
İLT3		0,844							
PRST1			0,708						
PRST 2			0,877						
PRST 3			-0,613						
PRST 4			0,784						
PRST 6			0,768						
TDK1				0,847					
MÜK1					0,65				
MÜK 2					0,919				
MÜK 3					0,674				
ÇAK 2						0,801			
ÇAK 3						0,658			
ADK1							0,831		
ADK2							0,841		
ADK3							0,872		
ÇFE1								0,671	
ÇFE2								0,749	
EZM1									0,801
EZM3									0,656
EZM5									0,712

Rotasyon 16 iterasyonda sonuçlanmıştır.

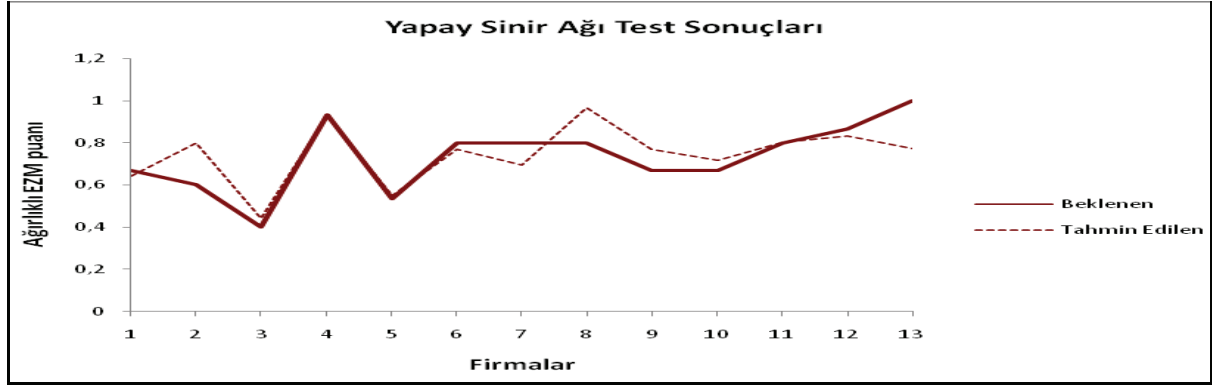


**Şekil 3. Yapay sinir ağının eğitim sonuçları.**

Tablo 8. Yapay sinir ağının giriş ve çıkış değişkenlerinin değerleri.

Firmalar	Giriş Katmanı Değişkenlerinin Değerleri								Çıkış Katmanı Değişkeni Değerleri
	ÜYD	İLT	PRST	TDK	MÜK	ÇAK	ADK	ÇFE	EZM
1	0,7333	0,7333	0,6400	0,1280	0,7333	0,7000	0,6667	0,6000	0,7333
2	1,0000	0,8000	0,9200	0,1840	0,8667	0,9000	0,7333	0,9000	0,8667
3	0,7333	0,8000	0,6800	0,1360	0,8000	0,8000	0,6667	0,7000	0,8000
4	1,0000	0,8667	0,8000	0,1600	0,9333	1,0000	0,6667	1,0000	0,9333
5	1,0000	0,9333	0,8400	0,1680	1,0000	0,9000	1,0000	0,6000	0,7333
6	1,0000	0,9333	0,7200	0,1440	0,8667	0,2000	0,5333	1,0000	0,8667
7	0,8667	1,0000	0,8800	0,1760	0,9333	0,7000	0,8667	1,0000	0,9333
8	0,8000	0,7333	0,6000	0,1200	0,8000	0,8000	0,5333	0,8000	0,7333
9	1,0000	0,8667	0,8000	0,1600	0,7333	0,8000	0,9333	0,7000	0,7333
10	0,8000	0,8000	0,7600	0,1520	0,9333	0,5000	0,6667	0,8000	0,6667
11	0,9333	0,9333	1,0000	0,2000	0,8000	0,6000	0,8000	0,8000	0,8667
12	0,9333	1,0000	0,6400	0,1280	1,0000	0,9000	0,6000	1,0000	0,6667
13	0,8667	0,8000	0,4400	0,0880	0,8000	0,6000	0,8667	0,8000	0,9333
14	0,8000	0,8667	0,8800	0,1760	0,9333	0,8000	0,8000	0,9000	0,9333
15	0,5333	0,5333	0,3600	0,0720	0,8000	0,4000	0,6000	0,5000	0,6000
16	0,7333	0,6000	0,6400	0,1280	0,9333	0,9000	0,7333	0,8000	0,8000
17	0,6000	0,5333	0,6800	0,1360	0,8000	0,6000	0,6667	0,8000	0,6000
18	0,8000	0,4667	0,7200	0,1440	0,4000	0,4000	0,6000	0,8000	0,8000
19	0,8000	0,8000	0,6800	0,1360	0,4667	0,6000	0,5333	0,5000	0,4667
20	0,8000	0,6667	0,5200	0,1040	0,8000	0,6000	0,6000	0,7000	0,6667
21	0,7333	0,9333	0,6400	0,1280	0,8667	0,7000	0,5333	0,6000	0,9333
22	0,8000	0,8667	0,7600	0,1520	0,6000	0,8000	0,8667	0,9000	0,8667
23	0,9333	1,0000	0,7600	0,1520	0,6667	0,6000	0,7333	0,7000	0,6667
24	1,0000	0,8667	0,6800	0,1360	0,9333	0,8000	0,8000	0,9000	0,6000
25	0,2000	0,7333	0,3600	0,0720	0,4667	0,2000	0,6000	0,6000	0,2000
26	0,8667	0,8000	0,7600	0,1520	0,8000	0,7000	0,6667	0,7000	0,6000
27	1,0000	0,8000	0,6800	0,1360	1,0000	0,8000	0,7333	0,8000	0,6667
28	0,6667	0,7333	0,7200	0,1440	0,6000	0,5000	0,8000	0,6000	0,6000
29	0,9333	0,8000	0,6000	0,1200	0,7333	0,7000	0,4667	0,6000	0,4000
30	0,8667	0,9333	0,8000	0,1600	0,8667	0,8000	0,8667	0,9000	0,9333
31	1,0000	0,7333	0,8800	0,1760	0,8667	0,7000	0,6000	0,8000	0,5333
32	0,8000	0,8000	0,6400	0,1280	0,8000	0,8000	0,6000	0,6000	0,8000
33	0,8667	0,9333	0,5200	0,1040	0,8000	0,7000	0,5333	1,0000	0,8000
34	1,0000	1,0000	0,8400	0,1680	0,7333	1,0000	0,8000	1,0000	0,8000
35	0,8000	0,8000	0,5200	0,1040	0,6000	0,6000	0,8000	0,8000	0,6667
36	0,9333	0,8667	0,8800	0,1760	0,8667	0,7000	0,6667	0,6000	0,6667
37	1,0000	0,8000	0,6800	0,1360	0,8000	0,8000	0,6667	0,9000	0,8000
38	0,8667	0,8000	0,8000	0,1600	1,0000	1,0000	0,5333	0,8000	0,8667
39	1,0000	1,0000	0,6800	0,1360	0,9333	0,7000	0,8667	1,0000	1,0000
40	0,8000	0,6667	0,7200	0,1440	0,7333	0,8000	0,6667	0,6000	0,6667
41	1,0000	0,9333	0,7200	0,1440	0,9333	0,7000	0,9333	1,0000	0,7333
42	0,8000	0,8000	0,7600	0,1520	0,7333	0,6000	0,6000	0,8000	0,6667
43	0,8667	0,7333	0,7600	0,1520	0,9333	0,6000	0,8000	0,8000	0,6667
44	0,8667	0,8000	0,7200	0,1440	0,9333	0,7000	0,8000	0,8000	0,7333
45	0,8000	0,8667	0,6800	0,1360	0,9333	0,8000	1,0000	0,7000	0,8000
46	1,0000	0,8000	0,8400	0,1680	1,0000	0,9000	0,8667	0,9000	0,8000
47	0,8000	0,8667	0,6800	0,1360	0,8000	0,8000	0,8000	0,9000	0,8000
48	1,0000	1,0000	0,7600	0,1520	0,8667	1,0000	0,7333	0,8000	0,8000
49	1,0000	0,8000	0,8400	0,1680	1,0000	0,9000	0,7333	0,8000	0,6667
50	0,8667	0,7333	0,6400	0,1280	0,7333	0,6000	0,6667	0,8000	0,7333
51	1,0000	0,9333	0,6000	0,1200	0,6000	0,8000	0,8000	0,7000	0,6667
52	1,0000	0,9333	0,8400	0,1680	0,8000	0,6000	0,6667	0,8000	0,8000





Şekil 4. Yapay sinir ağının test sonuçları.

Tablo 9. k-fold yöntemi ile verilerin gruplanması.

k=1	Eğitim	Eğitim	Eğitim	Test
k=2	Eğitim	Eğitim	Test	Eğitim
k=3	Eğitim	Test	Eğitim	Eğitim
k=4	Test	Eğitim	Eğitim	Eğitim

Tablo 10. Yapay sinir ağının eğitim sonuçları.

İterasyon	46
Minimum MSE	6,02E-30

Tablo 11. Yapay sinir ağının test hata değerleri.

Performans	Hata
MSE	0,0113
MAE	0,0778

Tablo 12. Çıkış katmanı değişkeninin gerçek değerleri ile tahmini değerlerinin karşılaştırılması.

Firma	Gerçek EYM	Tahmini EYM
1	0,6667	0,6412
2	0,6000	0,7991
3	0,4000	0,4427
4	0,9333	0,9269
5	0,5333	0,5521
6	0,8000	0,7680
7	0,8000	0,6963
8	0,8000	0,9657
9	0,6667	0,7691
10	0,6667	0,7169
11	0,8000	0,8033
12	0,8667	0,8324
13	1,0000	0,7723

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Seramik Sektöründe yer alan tedarikçi firmaların eş zamanlı mühendislik metodunu kullanım etkinliğine göre değerlendirilmesi sürecinde; üç katmanlı, ileri beslemeli, geriye yayımlı bir YSA modeli geliştirilerek, bu modelin, tedarikçi değerlendirme sürecinde kullanılabilirliği

araştırılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan araştırma modelinin bağımsız değişkenleri (üst yönetimin desteği, iletişim, tedarikçilerin katılımı, müşterilerin katılımı, çalışanların katılımı, proaktif stratejiler, çapraz fonksiyonel ekipler ve adanmışlık) ağın giriş katmanında yer alan giriş değişkenleri olarak, bağımlı değişkeni (eş zamanlı mühendislik) ise, çıkış katmanında yer alan çıkış değişkeni olarak kullanılmıştır. Bu değişkenlerin değerlerinin belirlenmesi amacıyla, Seramik Sektöründe faaliyet gösteren 52 firmayı kapsayan bir anket çalışması yapılmış ve elde edilen veriler kullanılarak faktör analizi gerçekleştirilmiştir. YSA modelinin giriş katmanında yer alan 8 giriş değişkeninin değeri, anketi cevaplayan firmaların, faktör yükü 0.6 ve üstü değere sahip 8 bağımsız değişkene ait 22 soruya verdiği cevapların ortalaması alınıp normalize edilerek belirlenmiştir. Bu firmaların, eş zamanlı mühendislik değişkenine ait 3 soruya verdiği cevapların ortalaması alınarak normalize edilen değerler YSA modelinin çıkış değişkeninin değeri olarak belirlenmiş ve eş zamanlı mühendislik yaklaşımı kullanım etkinliğini belirten, ağırlıklı firma puanları olarak tespit edilmiştir. Veri sayısı az olduğu için, giriş ve çıkış değerlerine ilişkin veri seti, k-fold yöntemi ile, 4 eşit gruba ayrılarak her bir ağ için farklı bir grubun test verisi olarak değerlendirildiği ağlar geliştirilmiştir. Bu ağların her birisi için, 0-20 nöron denemesi yapılmış, en düşük hatayı veren ağın, 8 nörona sahip k=2 ağı olduğu tespit edilmiştir. Bu ağın eğitiminden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, eğitim hata değerinin 6,02E-30, eğitilen ağın test edilmesi sonucunda elde edilen mutlak hata değerinin (MAE) 0,0778 olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, gerçek firma puanları ile en düşük hatayı veren ağın test simülasyonu sonucunda elde edilen tahmini firma puanları birbirine çok yakın çıktığı için, geliştirilen YSA modelinin, tedarikçi değerlendirme sürecinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecinde pek çok değişkenin dikkate alınması, yöneticilerin

karar vermesini zorlaştırıcı bir unsur olmaktadır. Bu bağlamda, ilgili süreçte YSA'ların kullanımı ile, ileriki dönemlerde firmanın karşısına çıkacak alternatif bir tedarikçi firma ile ilgili verilerin, geliştirilecek çok katmanlı ağa girilmesi sonucunda, yöneticiler, ağın çıktı değişkenlerinin değerlerini dikkate alarak, karar alma prosesini hızlandıracaktır. Tedarikçi değerlendirme ve seçme konusunda yapılacak ileriki çalışmalarda, geliştirilen farklı

eğitim algoritmalarının kullanıldığı, birden fazla gizli katmana sahip yeni ağ yapıları oluşturulup, ağın performansı artırılabilir. Bunun yanı sıra, çalışma kapsamında geliştirilen ağın giriş ve çıkış katmanlarında kullanılan değişkenler ve bu değişkenleri açıklayan sorular (ölçekler) çeşitlendirilerek, farklı bir ağ yapısı ile tedarikçi değerlendirme ve seçme süreci gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKLAR

- Bolat, S., Kalenderli, Ö. 2003. "Levenberg-Marquardt Algoritması Kullanan Sinir Ağı ile Elektrot Biçim Optimizasyonu", **International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks-TAINN**.
- Bonner, M. J.; Ruckert, W. R.; Walker, C. O. 2002. Upper Management Control of New Product Development Projects and Project Performance. *The Journal of Product Innovation Management*. (19), 233-245.
- Cooper, P. L. 2003. A Research Agenda to Reduce Risk in New Product Development Through Knowledge Management: A Practitioner Perspective. *Journal of Eng. Tec. Management*. (20), 117-130.
- Çelebi, D., Bayraktar, D. 2008. An Integrated Neural Network and Data Envelopment Analysis for Supplier Evaluation Under Complete Information. *Expert Systems with Applications*. (35), 1698-1710.
- De Toni, A., Nassimbeni, G. 2001. A Method For The Evaluation of Suppliers' Co Design. *Int. Journal of Production Economics*. (72), 169-17.
- Efendigil, T., Önüt, S., Kongar, E. 2008. A Holistic Approach for Selecting a Third-Party Reverse Logistics Provider in the Presence of Vagueness. *Computers & Industrial Engineering*. 54, 269-287.
- Gao, J. X., Manson, B. M., Kyratsis, P. 2000. Implementation of Concurrent Engineering in the Suppliers to the Automotive Industry. *Journal of Materials Processing Technology*. (107), 201-208.
- Gilbert, J. T. 1994. Choosing an Innovation Strategy: Theory and Practice. *Business Horizons*. 37 (6), 16-25.
- Goetsch, L. D.; Davis, B. S. 2006. *Quality Management*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Gonzalez, J. M. F., Palacios, M. B. T. 2002. The Effect of New Product Development Techniques on New Product Success in Spanish Firm. *Industrial Marketing Management*. (31), 263-269.
- Kahn, B. K. 2005. Department Status: An Exploratory Investigation of Direct and Indirect Effects on Product Development Performance. *Journal of Product Innovation Management*. (22), 517-523.
- Kalaycı, Ş. 2005. *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, Türkiye.
- Kovancı, A. 2004. *Toplam Kalite Yönetimi*. Sistem Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
- Köksal, B. A. 1995. *İstatistik Analiz Metotları*. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, Türkiye.
- Kumar, S., Phrommathed, P. 2005. *New Product Development*. Springer, New York, USA.
- Kusar, J., Duhovnik, J., Grum, J., Starbek, M. 2004. How to Reduce New Product Development Time. *Robotics and Computer Manufacturing*. (2), 2-6.
- Langerak, F., Peelian, E., Nijssen, E. 1999. A Laddering Approach to the Use of Methods and Techniques to Reduce the Cycle Time of new to the Firm Products. *Journal of Product Innovation Management*. (16), 173-182.
- Lee, C. C., Yang, C. O. 2009. A neural Networks Approach for Forecasting the Supplier's Bid Prices in Supplier Selection Negotiation Process. *Expert Systems with Applications*. (36), 2961-2970.
- Manly, B. F. J. 1994. *Multivariate Statistical Methods*. Chapman-Hall, London, UK.
- Maylor, H. 2001. Assessing the Relationship between Practice Changes and Process Improvement in New Product Development. *Omega*. (29), 85-93.
- McGrath, M. E. 2004. *Next Generation Product Development*. McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.
- Minderhoud, S., Fraser, P. 2005. Shifting Paradigms of Product Development in Fast and Dynamics Markets. *Reliability Engineering and System Safety*. (88), 127-135.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Scannell, T. V., Lagatz, G. L., Frayer, D. J. 2001. *New Product Development*. American Society for Quality Press-ASQC, Wisconsin, USA.
- Nijssen, J. E., Frambach, T. R. 2000. Determinants of the Adoption of New Product Development Tools by

- Industrial Firms. *Industrial Marketing Management*. (29), 123-129.
- Özdamar, K. 2002. Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye.
- Öztemel, E. 2003. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Pujari, D., Wright, G.; Peattie, K. 2003. Green and Competitive Influences on Environmental New Product Development Performance. *Journal of Business Research*. (56), 660-668.
- Rundquist, J., Chibba, A. 2004. The use of Processes and Methods in NPD- a Survey of Swedish Industry. *Int. Journal of Innovation and Technology Management*. 1(1), 37-54.
- Reinertsen, G. D. 1997. *Managing the Design Factory*. The Free Press, New York, USA.
- Russell, R. S., Taylor, W. B. 2006. *Operations Management*. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- Sabine, F. and Urban, B. 2006. Supplier Integration-Controlling of Co-Development Processes. *Industrial Marketing Management*. (35), 28-44.
- Sherman, J., D., Souder, W. E., Jenssen, S. A. 2000. Differential Effects of The Primary Forms of Cross Functional Integration on Product Development Cycle Time. *Journal of Prod. Innovation Management*. (17), 257-263.
- Staudacher, A. P., Landeghem, H. V., Mappelli, M., Redaelli, C. E. 2003. Implementation of Concurrent Engineering: A Survey in Italy and Belgium. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. (19), 226-235.
- Thia, C. W., Chai, H. K., Baully, J., Xin, Y. 2005. An Expletory Study of the Use of Quality Tools and Techniques in Product Development. *The TQM Magazine*. 17 (5), 408-417.
- Türker, S., Ayvaz, B., Bayraktar, D., Bolat, B. 2009. Tedarikçi Değerlendirme Süreci için Bir Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda sektöründe bir Uygulama. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 20 (2), 31-40.
- Veryzer, W. R. 2005. The Roles of Marketing and Industrial Design in Discontinuous New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*. (22), 23-34.
- Wei, S., Zhang, J., Li, Z. 1997. "A Supplier-Selecting System Using a Neural Network" **IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, 28-31 October 1997, Beijing, China.**
- Wu, D. 2009. Supplier Selection: A Hybrid Model using DEA, Decision Tree and Neural Network. *Expert Systems with Applications*. (36), 9105-9112.
- Xu, L., Li, Z., Li, S., Tang, F. 2007. A Decision Support System for Product Design in Concurrent Engineering. *Decision Support Systems*. (42), 2029-2042.
- Yayla, Y. ve Yıldız, A. 2008. "Eş Zamanlı Mühendisliğin Ürün Geliştirme Performansı Üzerindeki Etkisi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Saha Araştırması" **II. Ulusal Kalite Fonksiyonu Göçerimi Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.**