

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MODEL FOR MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS SOFTWARE SELECTION IN COMPANIES

Vural EROL, Hüseyin BAŞLIGİL*

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sistem Mühendisliği Programı, Beşiktaş-İSTANBUL

Geliş/Received: 23.08.2004 Kabul/Accepted: 10.10.2005

ABSTRACT

Making a decision is one of the most important activities in business life. Managers need correct and reliable estimations for this. Considering scientific criterions provide better results while decision making. Decision problem is more generally defined as a making the most appropriate choice in alternatives set according to at least one aim or one criterion. Analytic Hierarchical Process (AHP) is one of the most widespread techniques for selection of the most appropriate alternative. Alternatives weights can be determined qualitatively by setting multi-level decision structures and forming pair comparison matrixes according to decision makers' subjective judgments. In recent years, another subject that has wide implementations is Artificial Neural Networks (ANN). In decision making process, network can be trained through supervised learning according to firms' tendency in sector. Thus differences between alternatives can be brought up without determining importance of criterions by calculating alternative scores using Multi Layer ANN. In this article, AHP and ANN methods are implemented in software selection problem with nine criterions and five alternatives using Expert Choice and NeuroSolutions programs and analyzed results are compared. Besides in this study, Multi Layer ANN solutions at different topologies are evaluated for selection problem.

Keywords: Management Information Systems, Analytic Hierarchy Process, Back-propagation Artificial Neural Network, Software Selection Criteria

İŞLETMELERDE YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMİ YAZILIMI SEÇİMİ İÇİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ

ÖZET

Karar alma, iş dünyasındaki en önemli aktivitelerden biridir. Yöneticiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duyarlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi sonuçlar doğurur. Karar verme problemi en genel anlamda, bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) en iyi alternatif seçme amacıyla kullanılan yaygın yöntemlerden biridir. AHP ile karar vericilerin öznel yargılarına göre çok seviyeli karar yapıları kurularak ve çift karşılaştırma matrisleri oluşturularak seçenek ağırlıkları belirlenebilir. Son yıllarda fazlaca uygulama alanı bulmuş bir diğer konu da Yapay Sinir Ağları (YSA)'dır. Karar verme sürecinde ağ danışmanlı öğrenme yoluyla sektördeki firmaların eğilimlerine göre eğitilebilir. Bu sayede Çok Katmanlı YSA ile kriterlerin önemlilik değerleri belirlenmeden seçenek puanları hesaplanarak seçenekler arası farklar ortaya konulabilir. Bu makalede, AHP ve YSA yöntemleri dokuz kriter ve beş alternatifli yazılım seçim problemine Expert Choice ve NeuroSolutions programlarında uygulanmakta ve sonuçlar analiz edilerek karşılaştırılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada seçim problemi için Çok Katmanlı YSA'nın farklı topolojilerde bulduğu sonuçlar da değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yönetim Bilişim Sistemleri, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları, Yazılım Seçim Kriterleri

* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-posta: basligil@yildiz.edu.tr; Tel: (0212) 259 70 70 / 2546

1. GİRİŞ

Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS) bir organizasyondaki süreçleri, prosedürleri yeniden şekillendiren, çalışanların çalışma mantalitelelerini değiştiren ve teknolojiyle beraber gelişen bilgisayarla bütünlük sistemlerdir ve müşteri odaklı günümüz iş dünyasında oldukça önemli konuların başında gelmektedir. YBS, işletmelerde öncelikle ekonomik kazanç, daha iyi servis ve daha etkin çalışma ortamını sağlamak için kullanılmaktadır. Bir organizasyonda üst düzey yöneticiler YBS yatırımı kararı verdiklerinde karşılına üç yol çıkmaktadır. İlk olarak işletmenin mevcut Bilgi İşlem Departmanı çalışanları ile kendi YBS yazılımını oluşturmasıdır. Bunu gerçekleştirmek için uzman kadro ve oldukça uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Ayrıca oluşturulan sistemin tam olarak organizasyonun ihtiyaçlarını karşılayacağı da kesin değildir. Diğer bir yol ise bu projeyi outsourcing ile bir yazılım şirketine vererek, firmanın ihtiyaçlarına göre bir bilişim sisteminin hazırlanmasıdır. Bilgi teknolojilerinde büyük sistemler için outsourcing fazlaca maliyetli olup bunun yanında oldukça da riskli bir faaliyettir. Günümüzde bu şekilde başlayan ve başarısız olmuş birçok örnekle karşılaşılmaktadır. Bu sebeplerle birçok işletme, organizasyon ihtiyaçlarını karşılayan, sisteme en uygun ve daha önce teknik kısımları hazırlanmış yazılımı dışarıdan satın alma yoluna gitmektedirler. YBS yazılımını dışarıdan hazır satın alacak firmalarda yöneticilerin karşılına, gün geçtikçe etkisini artıran küreselleşme dolayısıyla, yerel ve uluslararası birçok alternatif çıkmaktadır. Bir organizasyon YBS'den en etkili düzeyde yararlanmak istiyorsa, ilk olarak bu yazılım alternatiflerinin çok dikkatli bir şekilde analiz edilmesi ve işletme vizyonuna uygun, organizasyon ihtiyaçlarına karşılayacak, CMMI düzeyi yüksek yazılım firmalarının hazırladığı güvenilir ve kullanımı kolay (user-friendly) yazılımın tercih edilmesi gerekmektedir. Yöneticiler bu noktada bilimsel karar verme teknikleri ile yazılım alternatiflerini değerlendirip seçim yapmak zorundadırlar.

Literatürde, bilgi sistemleri seçimi için puanlandırma, sıralama, matematiksel optimizasyon ve çok kriterli karar analizi gibi çeşitli yöntemler mevcuttur. Lucas ve Moore'un puanlandırma metodu (1976) sezgisel olmakla beraber, karar vericilerin fikirlerini yansıtmaları açısından oldukça basittir [1]. Yazılım projeleri için Buss (1983) bir sıralama yöntemi önermiş, fakat bu da istenilen performansı gösterememiştir [2]. Yazılım seçiminde hedef programlama, doğrusal olmayan programlama gibi matematiksel optimizasyon yöntemleri de kaynak optimizasyonu için uygulama alanı bulmuştur. Santhanam ve Kyparisis (1995), bu konuda doğrusal olmayan bir model geliştirmiş ve kriterler arasında ilişkiden yola çıkarak yazılımları karşılaştırmışlardır [3]. Lee ve Kim (2000) ise analitik ağ prosesi ile 0-1 hedef programlamayı birleştirerek bütünlük bir model oluşturmuşlardır [4]. Ne var ki, bu yöntemler her zaman nicel değerlerle uygulanmışlar ve karar vericiler bazı kriterler için doğru değerlendirme yapamadığı zaman beklenmedik sonuçlar vermişlerdir. Satty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesinde (AHP) ise yöneticiler kriterler için ilişkisel (karşılaştırmalı) değerlendirme yapmaktadırlar. Karar vericiler herhangi bir ilişki matrisinde yanlış yorum yaptıklarında bu durum AHP yönteminde sonucu çok az etkilemektedir. Wei ve Chien (2005), AHP yönteminden yola çıkarak bir işletmenin ihtiyaçlarına göre ERP seçimini sağlayan bir model geliştirmişlerdir [5]. Çalışmalarında yöntemin yöneticiler için oldukça anlaşılır olduğunu ve üretken sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Günümüzde yöneticiler hızla gelişen bilgi teknolojileri hakkında yeterli bilgiye sahip olamayabilirler veya işletmenin gereksinim duyduğu unsurları YBS seçim sürecine aktaramayabilirler. Böyle bir durumda aynı sektördeki firmaların YBS üzerindeki eğilim ve davranışlarına bakılabilir. Uygulamamızdaki YSA modelinde bu eğilimler çok katmanlı ağa danışmanlı olarak öğretilecek ve yöneticilerin alternatifleri değerlendirmelerine göre ağ her seçenek için bir puan üretecektir. Bu çalışmanın amacı, bilimsel karar verme metodlarından AHP yöntemi ile YSA modelinin YBS yazılımı seçimi problemine uygulanması ve sonuçların analiz edilerek karşılaştırılmasıdır.

2. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

AHP, 1970'li yıllarda Thomas Satty tarafından geliştirilmiş bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Metot, belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır. Bu yöntem bir karar verme durumunda, veriler kadar değerli olan bilgi ve deneyimlerin de dikkate alınması ilkesine dayanır. AHP ile karar verme süreci aşağıdaki adımlardan oluşur [6]:

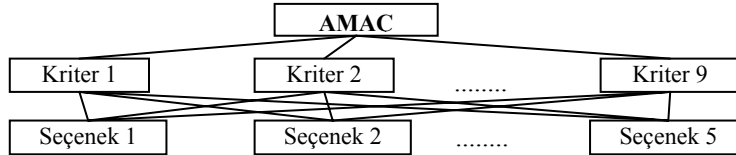
1. Problemin parçalara ayrılması ve alt öğelerin gruplanarak hiyerarşik bir yapının oluşturulması.
2. Çizelge 1'de gösterilen Satty önem skalasını kullanarak aynı gruplardaki altöğelerin önemine göre, ikili karşılaştırmalar sonucu her bir altöğeye sayısal değer verilmesi, başka bir deyişle değerlendirmelerin anlamlı sayılarla ifade edilmesi. (Bu noktada ikili karşılaştırmalar sonucu verilen kararların tutarsızlık oranı bulunur. Bu oranın değeri %10'dan küçükse karşılaştırmanın tutarlı olduğuna karar verilir.) Tüm tercihler 1-9 ölçeğinde ifade edilmelidir.

Çizelge 1. Satty Önem Skalası (AHP Değerlendirme Ölçeği) [7]

Değer	Tanım
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor.
3	1. öge 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.
5	1. öge 2.'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor.
7	1. öge 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.
9	1. öge 2.'ye göre aşırı önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.
2.4.6.8	Ara değerler

3. Bu önem sayılarını kullanarak normalizasyon ile gruplardaki altöğelerin ağırlığının bulunması.
4. En son olarak hiyerarşide en alt düzeydeki öğelerin (seçeneklerin), üst düzeylerin subjektif değerlerine göre ağırlıkların bulunması. (AHP ile karar verirken bir seçeneğin bir üst düzey öğeye göre görece önemi, söz konusu üst düzey öğenin bir üst düzey açısından görece önemi ... vs.'nin çarpılması ve bu işlemin en üst düzey olan amaç düzeyine kadar sürdürülmesi sonucu; hiyerarşinin en alt düzeyinde yer alan seçeneklerin toplam görece üstünlükleri, amacı gerçekleştirme açısından, bulunabilir. Toplam görece üstünlüklere göre seçenekler en iyiden en kötüye sıralanarak bir tam ön sıralama elde edilir. [8])

Analitik Hiyerarşi modelinde şekil 1'deki gibi hiyerarşinin en üstünde bir amaç ve bu amacın altında sırasıyla kriterler ve seçenekler vardır.



Şekil 1. Basit bir AHP Modeli

Sonuç olarak, AHP, karar teorisinde yaygın uygulama alanı bulan bir yöntem olup birbiriyle çelişen, ölçülebilir veya soyut kriterleri dikkate alan bir ölçme yöntemidir. AHP ile çok seviyeli karar yapıları kurularak ve çift karşılaştırma matrisleri oluşturularak kriterlerin ve seçeneklerin nitel olarak ağırlıkları belirlenir [9].

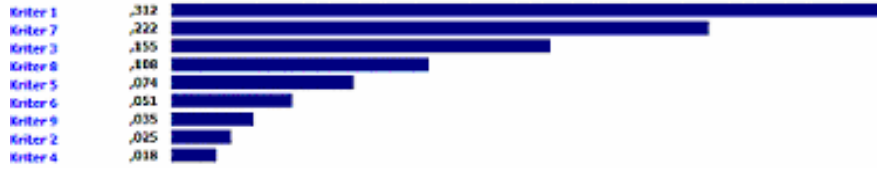
3. AHP YÖNTEMİ İLE YBS YAZILIMI SEÇİMİ UYGULAMASI

YBS yazılımı seçiminin yapılacağı işletme bir tekstil firması olup şu özelliklere sahiptir: Geniş bir pazarlama ağına sahiptir, çalışanların bilgisayar bilgisi azdır ve üst yönetim herhangi bir yatırımla çok fazla risk almak istememektedir. Yöneticiler ve makaleyi hazırlayan uzman kadro YBS seçim kriterleri ve kriter ikili karşılaştırma matrisini Çizelge 2'deki gibi belirlemiştir. Expert Choice [10] programın bulduğu ağırlıklar ve tutarsızlık oranı ise yine Çizelge 2'de ve grafiksel olarak şekil 2'de yer almaktadırlar. Kriterler belirlenirken Lai ve Trueblood'un çalışması (1999) baz alınmıştır [11].

Çizelge 2. YBS Seçim Kriterleri ve Kriter İkili Karşılaştırma Çizelgesi

Kriterler	Açıklama									
Kriter 1	Yatırımın fayda - maliyet durumu									
Kriter 2	Yazılım teknolojisi ve yazılım performansı									
Kriter 3	Yatırımın şirket performansına etkisi									
Kriter 4	Yazılımı satan firmanın yetkinlikleri									
Kriter 5	Yazılım geliştirme, kullanım ve bakım kolaylığı									
Kriter 6	Yazılımın raporlama ve veritabanı yeteneği									
Kriter 7	Yazılımın, firmanın süregelen rekabet avantajını destekleyebilmesi									
Kriter 8	Yatırımın sonuçlarının önceden kestirilebilmesi									
Kriter 9	Yazılımın veri güvenliği									
	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	Ağırlık
Kriter 1	1	8	3	9	5	6	2	4	7	0,312
Kriter 2	1/8	1	1/6	2	1/4	1/3	1/7	1/5	1/2	0,025
Kriter 3	1/3	6	1	7	3	4	1/2	2	5	0,155
Kriter 4	1/9	1/2	1/7	1	1/5	1/4	1/8	1/6	1/3	0,018
Kriter 5	1/5	4	1/3	5	1	2	1/4	1/2	3	0,074
Kriter 6	1/6	3	1/4	4	1/2	1	1/5	1/3	2	0,051
Kriter 7	1/2	7	2	8	4	5	1	3	6	0,222
Kriter 8	1/4	5	1/2	6	2	3	1/3	1	4	0,108
Kriter 9	1/7	2	1/5	3	1/3	1/2	1/6	1/4	1	0,035

Tutarsızlık Oranı: 0,03



Şekil 2. Kriter Önemlilik Grafiği

Uygulamada seçenekler A, B, C, D ve E yazılımları olarak belirlenmiştir. Bu seçenekler için hazırlanan ikili matrisler ile bulunan ağırlıklar ve tutarsızlık oranları Çizelge 3'de yer almaktadır.

Çizelge 3 değerleri Expert Choice programına girildiğinde programın bulduğu sonuçlar şu şekildedir: A seçeneği ağırlığı 0.219, B seçeneği ağırlığı 0.099, C yazılımı ağırlığı 0.201, D ağırlığı 0.075 ve son olarak E yazılımı ağırlığı 0.406. Programın ürettiği bu değerler grafiksel olarak şekil 3'de görülebilir.

Bulunan sonuca göre E yazılımı işletme için en uygun yazılımdır. Ayrıca, karşılaştırma matrislerinde bulunan tüm tutarsızlık oranları 0,10'dan küçük çıktığından model doğru tasarlanmıştır.

Çizelge 3. Kriterlere Göre Seçenek İkili Karşılaştırma Matrisleri (Devamı)

K1 : Yatırımın fayda - maliyet durumu							K2 : Yazılım teknolojisi ve yazılım performansı						
Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık	Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık
A	1	4	2	3	1/4	0,196	A	1	5	1/3	4	3	0,272
B	1/4	1	1/4	1/3	1/7	0,044	B	1/5	1	1/6	1/2	1/3	0,052
C	1/2	4	1	3	1/5	0,145	C	3	6	1	5	3	0,462
D	1/3	3	1/3	1	1/6	0,079	D	1/4	2	1/5	1	1/2	0,079
E	4	7	1/5	6	1	0,537	E	1/3	3	1/3	2	1	0,134
Tutarsızlık Oranı : 0,06							Tutarsızlık Oranı : 0,04						
K3 : Yatırımın şirket performansına etkisi							K4 : Yazılımı satan firmanın yetkinlikleri						
Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık	Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık
A	1	6	3	5	4	0,490	A	1	4	2	5	3	0,412
B	1/6	1	1/4	1/2	1/3	0,056	B	1/4	1	1/3	2	1/2	0,096
C	1/3	4	1	3	2	0,226	C	1/2	3	1	4	2	0,295
D	1/5	2	1/3	1	1/2	0,087	D	1/5	1/2	1/4	1	1/3	0,063
E	1/4	3	1/2	2	1	0,141	E	1/3	2	1/2	3	1	0,135
Tutarsızlık Oranı : 0,02							Tutarsızlık Oranı : 0,02						
K5 : Yazılım geliştirme kullanım bakım kolaylığı							K6 : Yazılımın raporlama yeteneği						
Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık	Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık
A	1	2	1/2	3	1/3	0,151	A	1	1/2	1/4	2	1/3	0,097
B	1/2	1	1/3	2	1/5	0,088	B	2	1	1/3	3	1/2	0,160
C	2	3	1	4	1/3	0,232	C	4	3	1	5	2	0,419
D	1/3	1/2	1/4	1	1/6	0,057	D	1/2	1/3	1/5	1	1/4	0,062
E	3	5	3	6	1	0,472	E	3	2	1/2	4	1	0,263
Tutarsızlık Oranı : 0,02							Tutarsızlık Oranı : 0,02						
K7 : Yazılımın, firmanın süregelen rekabet avantajını destekleyebilmesi							K8 : Yatırımın sonuçlarının önceden kestirilebilmesi						
Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık	Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık
A	1	1/3	1/2	2	1/5	0,087	A	1	3	1/2	2	1/3	0,160
B	3	1	2	4	1/3	0,226	B	1/3	1	1/4	1/2	1/5	0,062
C	2	1/2	1	3	1/4	0,141	C	2	4	1	3	1/2	0,263
D	1/2	1/4	1/3	1	1/6	0,056	D	1/2	2	1/3	1	1/4	0,097
E	5	3	4	6	1	0,490	E	3	5	2	4	1	0,419
Tutarsızlık Oranı : 0,02							Tutarsızlık Oranı : 0,02						
K9 : Yazılımın kullanıcıya sağladığı olanaklar													
Seçenek	A	B	C	D	E	Ağırlık							
A	1	5	3	4	2	0,419							
B	1/5	1	1/3	1/2	1/4	0,062							
C	1/3	3	1	2	1/2	0,160							
D	1/4	2	1/2	1	1/3	0,097							
E	1/2	4	2	3	1	0,263							
Tutarsızlık Oranı : 0,02													



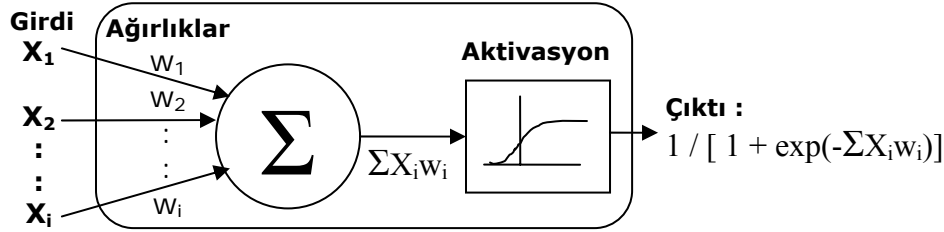
Şekil 3. Program Sonucu

4. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay Sinir Ağları (YSA), 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 zor 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[12].

4.1. Yapay Sinir Hücresi

Yapay sinir hücreleri, YSA'nın çalışmasına esas teşkil eden en küçük bilgi işleme birimidir. Geliştirilen hücre modellerinde bazı farklılıklar olmakla birlikte genel özellikleri ile bir yapay hücre modeli şekil 4'de görülebileceği gibi, girdiler, ağırlıklar, birleştirme fonksiyonu, aktivasyon (etkinleştirme) fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş bileşenden meydana gelir. Girdiler, diğer dış ortamlardan hücreye giren bilgilerdir. Bilgiler, bağlantılar üzerindeki ağırlıklar üzerinden hücreye girer ve ağırlıklar, ilgili girişin hücre üzerindeki etkisini belirler. Birleştirme fonksiyonu, bir hücreye gelen net girdiyi hesaplayan bir fonksiyondur ve genellikle net girdi, girişlerin ilgili ağırlıklarla çarpımlarının toplamıdır. Aktivasyon fonksiyonu ise birleştirme fonksiyonundan elde edilen net girdiyi bir işlemde geçirerek hücre çıktısını belirleyen ve genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur.



Şekil 4. Yapay Sinir Hücresi

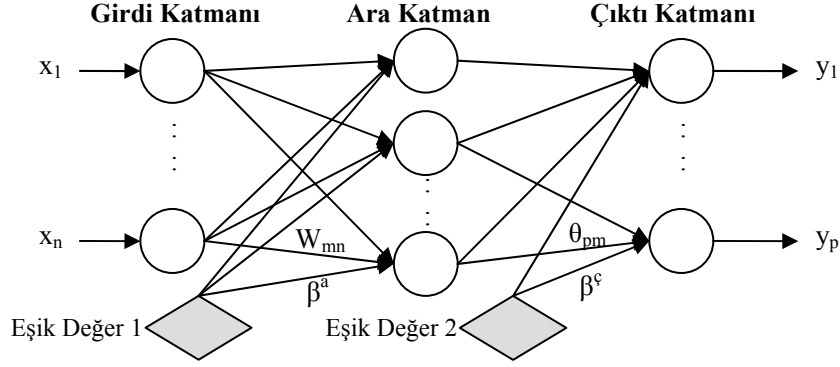
Genel anlamda YSA, beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Öğrenme süreci, arzu edilen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan algoritmaları ihtiva eder[13].

Girdi katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile çok katmanlı ağlar doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir. Üç katmanlı ÇKA'nın, orta katmanında yeterli sayıda hücre olmak kaydıyla, herhangi bir sürekli fonksiyonu danışmanlı öğrenme ile istenilen doğrulukta yaklaştırabileceği gösterilmiştir [14].

Bütün sinir ağı modellerinde bir hücreye gelen net girdi, x_i giriş değerleri ile w_i bağlantı ağırlıklarının çarpılması ile bulunur. ÇKA'da 3 katmanlı ve çıkış katmanı doğrusal olan YSA'nın matematiksel modeli, x - giriş vektörünü, o - orta katman çıkış vektörünü, y - ağ çıkış vektörünü göstermek üzere aşağıdaki gibi yazılabilir [14].

$$v_j = \sum_{i=0}^m W_{ji} \cdot x_i, \quad o_j = f(v_j) \quad j = 1, 2, \dots, m \quad y_i = \sum_{j=0}^m \theta_{ij} o_j \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Burada f aktivasyon fonksiyonunu, W girdi ile ara katman arasındaki ağırlıklar, θ ise ara ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkları belirtmektedir.



Şekil 5. Çok Katmanlı YSA

4.3. Danışmanlı Öğrenme

Öğrenme, gözlem, eğitim ve hareketin doğal yapıda meydana getirdiği davranış değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Bu bölümde, uygulamada kullanılan danışmanlı öğrenmenin özellikleri açıklanacaktır. Danışmanlı öğrenmede, YSA'ya örnek olarak bir doğru çıkış verilir. İstenilen ve gerçek çıktı arasındaki farka (hataya) göre hücreler arası bağlantıların ağırlığını en uygun çıkışı elde etmek için sonradan düzenlenir. Bu sebeple danışmanlı öğrenme algoritmasının bir "öğretmene" veya "danışmana" ihtiyacı vardır. Danışmanlı öğrenmeye göre YSA çalışma prosedürü şu adımları içermektedir [12]:

a. Örneklerin Toplanması ve Ağın Topolojik Yapısının Belirlenmesi : İlk olarak ağın çözmesi istenilen olay için daha önce gerçekleşmiş örnekler temin edilir. Örnekler göre, kaç tane girdi ünitesi, ara katman, her ara katmanda kaç proses elemanı ve kaç çıktı elemanı olacağı belirlenir. Ağın görevi her girdi için o girdiye karşılık gelen çıktıyı üretmektir.

b. Öğrenme Parametrelerinin Belirlenmesi : Ağın öğrenme katsayısı, proses elemanlarının toplama ve aktivasyon fonksiyonları, momentum katsayısı gibi parametreler bu adımda belirlenir. Uygulamamızda öğrenme katsayısı olarak (λ) 0.5, momentum katsayısı olarak (α) 0.8 ve aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu alınmıştır.

c. Öğrenme İşlemi : Çok Katmanlı YSA'nın öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayalı Delta Öğrenme kuralının geliştirilmiş halidir. Çok Katmanlı Ağa örnekler (girdi, çıktı değerleri) belirli bir düzene göre gösterilip ağın bulduğu çıktı ile gerçek çıktı değerleri karşılaştırılarak hata değeri hesaplanır. Amaç toplam hatayı minimize etmektir. Hata değerini azaltmak için bağlantı ağırlıkları değiştirilir. Belirli bir iterasyondan sonra öğrenme tamamlanır. Geliştirilmiş Delta öğrenme işlemi şu aşamalarla gerçekleştirilir:

1. Toplam Hatanın hesaplanması :

Toplam Hata (TH), çıktı elemanlarında ağın ürettiği çıktı (y) ile beklenen çıktılar (b) arasındaki farkların (E) mutlak değerlerinin toplamı ile bulunur. Mutlak değer alınmasının sebebi bazı hata değerleri negatif olabileceğidir.

$$E_m = b_m - y_m \quad TH = \sum |E_m|$$

2. Ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi :

Ara katmanındaki j . proses elemanını çıktı katmanındaki m . proses elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarına $\Delta\theta^a$ denirse, herhangi bir t . iterasyonda ağırlığın değişim miktarı ve değişim miktarı hesaplandıktan sonra ağırlıkların t . iterasyondaki yeni değerleri şöyle olacaktır :

$$\Delta\theta^a_{jm}(t) = \lambda \delta_m y_j^a + \alpha \Delta\theta^a_{jm}(t-1) \quad \theta^a_{jm}(t) = \theta^a_{jm}(t-1) + \Delta\theta^a_{jm}(t)$$

Burada λ öğrenme katsayısını, α momentum katsayısını göstermektedir. Öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını, momentum katsayısı ise ağırlık değişim miktarının yerel bir optimum noktaya takılıp kalmaması için ağırlık değişim miktarının belirli bir oranda bir sonraki değişime eklenmesini sağlar. δ_m ise m. çıktı elemanının hatasını göstermektedir. Aktivasyon fonksiyonu sigmoid fonksiyonu olduğundan şu şekilde hesaplanır :

$$\delta_m = y_m (1 - y_m) \cdot E_m$$

Benzer şekilde eşik değer ünitesinin de ağırlıklarını değiştirmek gerekmektedir. Eğer çıktı katmanında bulunan proses elemanlarının eşik değer ağırlıkları β^c ile gösterilirse, değişim miktarı ve eşik ünitesinin t. iterasyondaki ağırlığının yeni değeri şu olacaktır :

$$\Delta\beta_m^c(t) = \lambda \delta_m + \alpha \Delta\beta_m^c(t-1) \quad \beta_m^c(t) = \beta_m^c(t-1) + \Delta\beta_m^c(t)$$

3. Diğer katmanlar arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi :

Ara katmanlar arası veya ara katmanı ile girdi katmanları arasındaki ağırlıkların değişimi ΔW^i ile gösterilirse, t. iterasyondaki değişim miktarı şöyle hesaplanır :

$$\Delta W_{kj}^i(t) = \lambda \delta_j^a y_k^i + \alpha \Delta W_{kj}^i(t-1)$$

Buradaki δ_j^a hata terimi, aktivasyon fonksiyonu sigmoid fonksiyonu olduğundan şu şekilde hesaplanacak ve buradan hareketle ağırlıkların yeni değerleri:

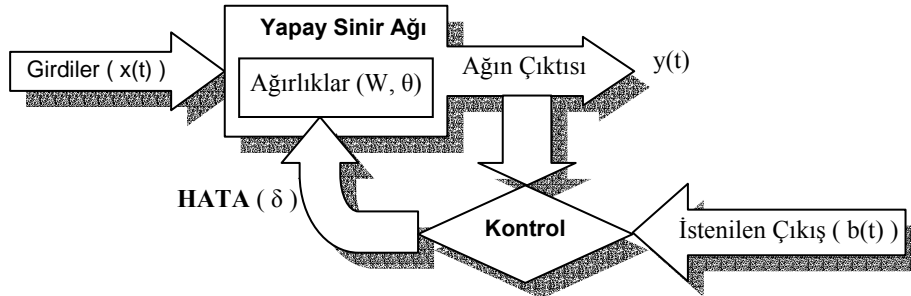
$$\delta_j^a = y_j^a (1 - y_j^a) \sum_m (\delta_m W_{jm}^a) \quad W_{kj}^i(t) = W_{kj}^i(t-1) + \Delta W_{kj}^i(t)$$

şeklinde olacaktır. Benzer şekilde, eşik değer ünitesinin yeni ağırlıkları da yukarıdaki gibi hesaplanır. Ara katman eşik değer ağırlıkları β^a ile gösterilirse, değişim miktarı ve ağırlıkların yeni değerleri şu olacaktır :

$$\Delta\beta_j^a(t) = \lambda \delta_j^a + \alpha \Delta\beta_j^a(t-1) \quad \beta_j^a(t) = \beta_j^a(t-1) + \Delta\beta_j^a(t)$$

d. Sonuç Üretme : Yeni bir girdi seti sunulurken, bağlantı ağırlıkları daha önceki örneklere göre belirlenmiş ağırdan çıktı bilgileri alınır. Uygulamamızdaki modellere girdi olarak, yazılım seçeneklerinin kriterlere göre 10 üzerinden değerlendirme sonucu aldıkları değerleri verip çıktı olarak ise seçeneklerin 100 üzerinden aldıkları puanları alacağız.

Şekil 6'da uygulamamızda geçerli olan danışmanlı öğrenme yapısı gösterilmektedir:



Şekil 6. Danışmanlı Öğrenme Yapısı

5. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE YAZILIM SEÇİMİ UYGULAMASI

Bu çalışmada NeuroSolutions [15] programında oluşturulan beş ve üç katmandan oluşan iki YSA modeli, daha önce belirtilen beş seçenek ve dokuz kriterden oluşan yazılım seçim problemine uygulanmıştır. Uygulamada YSA kullanılarak tüm kriterlere göre yazılımların seçimi için yararlanılan puanlamanın yapılması amaçlanmıştır. Karar verme sürecinde modeller danışmanlı öğrenme yoluyla sektördeki firmaların eğilimlerine göre eğitilebilir. Bu sayede yöneticilerin kriter

ağırlıklarını belirlemesine gerek kalmadan YSA ile seçenek puanları hesaplanarak seçenekler arası farklar ortaya konulabilir.

İlk olarak modellere daha önce geçerli olan veriler gösterilip bağlantı katsayılarının ayarlanması, diğer bir deyişle öğrenmenin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Daha sonra işletmemizin üst düzey yöneticileri tarafından belirlenen kriterlere göre 10 üzerinden seçeneklerin değerlendirme sonuçları, modellere ayrı ayrı girilmiş ve modellerin her seçenek için ürettiği puan çıktı olarak alınmıştır. Ağın öğrenmesi için belirtilen geçerli veriler ise YBS yazılımlarını kullanan, deneyimli ve aynı sektörde yer alan tekstil firmalarından anket yoluyla elde edilmiştir. Firmalardan doldurmaları istenen yazılım değerlendirme formu ise Çizelge 4’de yer almaktadır :

Çizelge 4. Kriterlerin Açıklamaları ve Yazılım Değerlendirme Formu

Kriterler	Açıklama									
Kriter 1	Yatırımın fayda - maliyet durumu									
Kriter 2	Yazılım teknolojisi ve yazılım performansı									
Kriter 3	Yatırımın şirket performansına etkisi									
Kriter 4	Yazılımı satan firmanın yetkinlikleri									
Kriter 5	Yazılım geliştirme, kullanım ve bakım kolaylığı									
Kriter 6	Yazılımın raporlama ve veritabanı yeteneği									
Kriter 7	Yazılımın, firmanın süregelen rekabet avantajını destekleyebilmesi									
Kriter 8	Yatırımın sonuçlarının önceden kestirilebilmesi									
Kriter 9	Yazılımın veri güvenliği									
Yazılım	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	Verilen Puan
A										
B										
C										
D										
E										

Çizelge 4’deki anket formu için işletmelerden kriter bilgilerine göre yazılım seçeneklerinin 10 üzerinden değerlendirilmesi ve en son sütunda ise yazılımı kendi işletmelerine olan katkısına ve YBS uygulamasından sonraki verimlilik artışına göre 100 üzerinden genel olarak puanlandırması istenmektedir. Bu şekilde bir yazılım değerlendirme formunun hazırlanmasındaki amaç, işletmelerin deneyimlerinden ve bilgi birikimlerinden faydalanılmak istenmesi ve her yazılım için onların görüşlerinin alınmasıdır. Bu sayede tekstil sektöründe YBS seçimi için problemde yer alan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesine gerek kalmadan yazılımlar değerlendirilebilecektir.

Anket formu, problemi uygulayacağımız organizasyona benzer 30 tekstil firmasına gönderilmiş ve sonuç olarak ek 1’de yer alan veriler elde edilmiştir. Bu veriler çok katmanlı bir YSA modellerinde, NeuroSolutions programına gösterilerek, modellerin öğrenmesi amaçlanmaktadır. Modellere girdi matrisi olarak yazılımların kendisi (A, B, C, D ve E) ve kriterlere göre 10 üzerinden değerlendirme değerleri, çıktı olarak ise yazılımların 100 üzerinden puanı gösterilmektedir. 30000 iterasyon sonucunda program bağlantı katsayılarını uygun olarak hesaplamıştır, bir başka deyişle danışmanlı öğrenme gerçekleşmiştir. Böyle bir YSA modelinde öğrenme süreci sonunda, seçim kriterlerinin seçenek puanları üzerindeki etkisi ağ katsayıları içinde depolanır. Programda 30000 deneme boyunca öğrenme sürecinde hata giderek azalmaktadır. Öğrenme sonunda hata beş katmanlı YSA için $5,7.10^{-4}$ ’e ve üç katmanlı YSA modeli için ise $5,9.10^{-1}$ ’e kadar düşürülmüştür. Buna göre beş katmanlı YSA modelinin oluşturduğu hata değeri, üç katmanlı modelin hata değerinin yaklaşık binde biri kadardır. Bundan da katman sayısı fazla olan YSA topolojilerinin aynı iterasyon sayısında, gerçeğe daha yakın çıktılar vereceği sonucu çıkmaktadır.

Normalde YSA uygulamalarında, hazırlanan modeller ağı daha önce gösterilmemiş verilerle kontrol edilmekte ve hata değerleri ölçülmektedir. Fakat bu uygulamada, geçerli olan veriler işletmemiz ile aynı sektörde yer alan firmalardan sağlanmıştır ve bu yüzden veriler tamamen sübjektif olduğu için bir hata değerinden söz edilemez. Bu sebeple böyle bir uygulamada önemli olan mevcut verilerle ağı oluşturduğu hata değeridir. Bulunan hata değerleri de ihmal edilebilir niteliktedir.

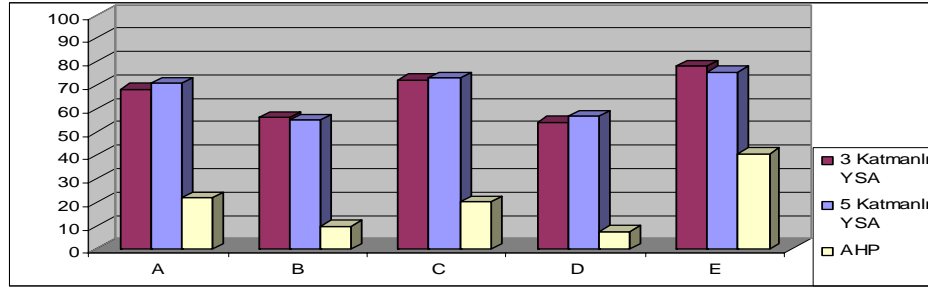
5. SONUÇ

Ağın öğrenme işleminden sonra işletmemizde üst yönetim tarafından hazırlanan, yazılımların kriterlere göre 10 üzerinden değerlendirme değerlerini NeuroSolutions programındaki modellere girdiğimizde, program daha önce belirtilen YSA çalışma prosedürü ile yazılım seçeneklerinin 100 üzerinden puanlandırılmasını yapmaktadır. İşletmemizin kriterlere göre yazılım değerlendirmesi (beyaz alanlar) ve programın bulunduğu puanlar (gri alanlar) her iki model için Çizelge 5'den görülebilir.

Çizelge 5. İşletmemizin yazılım değerlendirmesi ve YSA programının hesapladığı puanlar

Yazılım	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	3 K. YSA	5 K. YSA
A	6	8	8	10	7	7	6	6	8	68,16	70,68
B	4	6	6	6	6	7	7	4	5	56,26	55,06
C	6	9	8	9	7	9	6	7	6	72,27	73,17
D	5	6	6	7	6	6	5	5	6	54,34	56,73
E	9	7	7	9	8	7	8	7	7	78,23	75,59

Her iki modelde de programın verdiği sonuçlara göre, işletmemiz için en uygun yazılım az bir farkla, AHP yöntemi sonucunda da ortaya çıkan E yazılımıdır. Diğer bir deyişle sektördeki diğer firmaların da ihtiyaç ve görüşleri ele alındığında, E yazılımı belirlediğimiz kriterlere en iyi uyan seçenektir. Her iki modelde seçenekler için hesaplanan puanlar ve AHP yönteminde bulunan seçenek ağırlıkları grafiksel olarak şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. Seçenekler İçin Hesaplanan Puanlar ve Ağırlıklar

AHP yönteminde, 5 seçenek arasında %40 ile en yüksek ağırlığa sahip olan E yazılımı, YSA modellerinde daha az bir fark ile birinci olmaktadır. Bunun nedeni tekstil sektöründe yöneticilerin değişik uzmanlık alanlarına sahip olmaları ve yazılımlara farklı bakış açıları ile değerlendirmeleri olabilir. Ayrıca beş ve üç katmanlı YSA modelleri seçenekler için yaklaşık olarak aynı puanı çıktı olarak vermişlerdir. Bu da 30000 iterasyon sayısının modellerin danışmanlı öğrenmesi için yeterli bir değer olduğunu ortaya koyar.

Bu çalışmanın sonucunda, yazılım seçim problemi için AHP ve YSA aynı çıktıları vermektedir. AHP yöntemi sadece işletme içindeki görüşlerden ve uzmanlıklardan yararlanmasına karşın, YSA işletme dışındaki bilgileri de (değerlendirmeler ve deneyimler) göz önüne almaktadır. Bir başka deyişle YSA, dışarıda olan olaylardan ders çıkartarak, iç kararlarımızı vermede bize yol göstermektedir. Bunun yanında YSA'nın bu tip problemlere uygulanabilmesi için oldukça fazla veri toplanması gerektiğinden değerlendirme ve seçim süreci oldukça uzun sürer. AHP ise, firma içinde oluşturulacak bir takım ile oldukça kısa zamanlarda sonuç verir. Eğer iki yöntem farklı sonuçlar verseydi bu durum, karar vericilerin YBS konusunda sektördeki eğilimlerden farklı davranış içinde olduklarını gösterirdi. Böyle bir durumda karar vericiler yazılım alternatiflerini yeniden gözden geçirmelidir ve Çok Katmanlı YSA'nın seçtiği seçeneği daha fazla inceleyip kriterlere göre değerlendirmeyi tekrar yapmalıdır.

Sonuç olarak, yöneticilerin YBS yazılımı gibi hayli önemli konularda karar verirken, zaman kıstasına bağlı olarak bu iki yöntemden birini veya her ikisini de kullanması işletmeler açısından fayda-maliyet oranı yüksek, yerinde girişimlerde bulunmalarını sağlar.

KAYNAKLAR

- [1] Lucas, H.C., Moore Jr., "A Mutiple-Criterion Scoring Approach to Information System Project Selection", Infor. 14 (1), 1976.
- [2] Buss, M.D.J., "How to rank computer projects", Harvard Business Review 61(1), 1983.
- [3] Santhanam, R., Kyparisis, G. J., "A multiple criteria decision model for information system project seleticon", Computers & Operations Research 22 (8), 1995.
- [4] Lee, J.W., Kim, S.H., "Uşşing analytic network process and goal programmig for interdependent information system project selection", Computers & Operations Research 27, 2000.
- [5] Wei C.C., Chien C.F., Wang M.J., "An AHP-based approach to ERP system selection", Int. J. Production Economics 96, 2005.
- [6] İç, Y., T., Yurdakul, M., "Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 15, No 1, 1-14, 2000.
- [7] Markland, R. E., "Topics in Management Science", John Wiley & Sons Inc, New York, 1989.
- [8] Dağdeviren, M., Eren, T., "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 16, No 2, 41-52, 2001.
- [9] Saaty T., "The Analytic Hierarchy Process", New York, McGraw-Hill, 1980.
- [10] Expert Choice 2000 2nd Edition, Decision Support Software, 2004.
- [11] Lai, V.S., Trueblood, R.P., Wong, B.K., "Software selection: a case study of the application of the analytical hierarchial process to the selection of a multimedia authoring system", Information & Management 36, 1999.
- [12] Öztemel, E., "Yapay Sinir Ağları", Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.
- [13] Efe, Ö., Kaynak, O., "Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları", Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 2000.
- [14] Nabiyev, V. V., "Yapay Zeka, Problemler – Yöntemler – Algoritmalar", Seçkin Yayınevi, İstanbul, 2002.
- [15] NeuroSolutions, Version 4.32, Neural Networks Software, 2003.

EK 1 : İşletmelerin Yazılım Değerlendirme Çizelgesi

Firma No	Yazılım	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	Verilen Puan
1	A	7	8	8	10	7	6	6	6	8	72
	B	4	5	6	6	6	7	7	4	5	54
	C	6	9	8	9	7	9	6	7	6	73
	D	5	6	6	7	5	6	5	4	6	55
	E	8	7	7	9	8	8	8	7	7	75
2	A	8	9	9	10	6	5	5	7	7	72
	B	3	4	5	7	6	6	7	5	5	53
	C	7	9	8	8	7	8	7	7	6	75
	D	6	6	7	7	4	5	5	4	6	56
	E	8	8	7	9	7	8	7	7	6	72
3	A	8	8	9	10	6	4	4	8	7	69
	B	3	4	5	6	6	7	6	6	6	53
	C	6	9	8	9	8	7	6	8	6	74
	D	6	7	7	8	5	5	4	4	7	57
	E	8	9	7	8	8	7	7	7	5	74
4	A	8	8	10	9	6	4	5	8	6	73
	B	4	5	4	5	7	7	6	6	6	55
	C	7	9	8	9	7	7	6	8	5	71
	D	5	8	7	8	5	5	4	3	7	57
	E	7	10	7	8	8	7	8	7	4	73
5	A	7	7	10	10	5	3	4	8	6	66
	B	3	2	3	5	8	7	7	6	6	52
	C	6	9	8	8	8	7	6	8	6	72
	D	4	7	6	9	5	6	5	5	7	58
	E	8	9	6	7	8	7	7	7	4	71
6	A	7	7	9	9	6	4	4	8	6	66
	B	4	4	5	6	8	7	7	7	6	59
	C	6	9	8	8	8	8	7	8	6	74
	D	4	7	5	8	6	6	4	3	6	53
	E	9	9	6	7	8	6	8	7	5	74
7	A	7	6	9	8	5	6	4	9	6	67
	B	5	4	4	6	7	8	8	8	6	63
	C	5	8	8	7	9	7	8	9	7	76
	D	4	7	4	7	5	6	5	3	6	50
	E	9	9	5	7	7	7	8	7	4	72
8	A	8	6	9	10	5	7	4	8	5	68
	B	4	4	5	7	8	8	8	8	5	64
	C	6	8	7	8	8	7	8	9	7	76
	D	5	6	5	7	6	7	6	3	5	54
	E	8	9	5	7	8	7	7	7	4	71
9	A	9	7	9	10	5	5	4	7	6	68
	B	5	4	4	7	9	7	9	7	5	66
	C	6	8	6	8	8	8	9	8	7	75
	D	5	7	4	8	5	8	7	3	6	58
	E	7	10	5	7	9	6	8	8	4	72
10	A	9	7	8	6	6	4	5	7	6	67
	B	5	4	5	6	8	8	9	7	5	66
	C	6	9	6	8	7	9	9	9	7	76
	D	5	6	3	7	4	8	8	4	5	54
	E	7	9	4	8	10	6	8	8	3	68
11	A	9	7	8	8	5	5	4	7	7	66
	B	4	4	3	6	9	7	9	7	5	61
	C	7	9	6	8	7	10	8	9	7	78
	D	4	7	3	6	3	7	9	4	6	53
	E	8	9	6	9	9	7	8	7	3	73
12	A	10	8	7	10	5	5	5	7	6	69
	B	5	4	2	6	8	8	8	7	6	60
	C	7	9	7	9	7	9	8	10	8	81
	D	5	7	3	8	4	7	9	5	5	59

Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural ...

Firma No	Yazılım	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	Verilen Puan
13	E	9	9	4	9	9	8	8	7	3	73
	A	9	7	7	10	5	4	6	8	6	70
	B	5	3	2	5	8	8	7	7	6	57
	C	7	8	6	8	8	10	8	9	7	80
	D	4	7	2	8	4	7	9	3	5	50
14	E	10	9	3	9	9	9	8	8	2	78
	A	9	7	7	9	4	5	5	9	7	70
	B	3	4	4	6	9	7	8	6	5	59
	C	7	8	7	8	9	9	8	10	8	81
	D	4	7	3	9	4	6	9	4	5	54
15	E	9	10	2	9	8	9	8	9	4	74
	A	10	8	8	8	5	5	4	9	7	74
	B	4	4	3	5	9	8	7	6	5	58
	C	8	8	6	7	8	10	7	10	8	81
	D	4	6	4	8	4	6	9	2	4	52
16	E	10	9	2	8	8	9	8	9	4	75
	A	10	9	8	9	6	8	5	9	6	79
	B	5	4	4	4	10	8	7	5	6	58
	C	9	8	7	6	7	9	7	9	7	79
	D	5	5	3	9	4	6	9	4	5	57
17	E	10	10	2	7	9	8	8	8	5	74
	A	9	9	9	10	7	4	6	8	7	80
	B	5	2	2	4	10	8	7	5	6	56
	C	8	9	6	6	7	10	7	9	8	78
	D	6	6	4	8	4	5	9	3	5	55
18	E	10	9	6	8	9	9	9	8	5	83
	A	9	8	8	7	6	3	5	9	8	73
	B	5	5	3	4	9	8	6	4	7	57
	C	8	9	6	7	8	10	8	8	9	83
	D	6	5	5	9	4	6	9	4	4	59
19	E	8	10	4	8	8	9	9	7	3	73
	A	10	7	8	10	6	3	5	8	7	73
	B	5	3	3	5	9	9	5	4	6	54
	C	8	9	6	7	7	8	8	8	9	77
	D	7	4	4	9	4	7	8	2	4	56
20	E	9	10	5	8	7	10	9	8	4	78
	A	10	8	8	9	6	5	6	7	6	73
	B	6	3	6	5	9	8	6	3	5	60
	C	8	8	7	6	7	10	8	9	10	83
	D	6	4	3	9	4	8	9	2	4	55
21	E	10	10	4	9	8	10	9	8	2	78
	A	9	8	8	9	5	5	5	7	6	71
	B	6	4	4	4	9	9	5	4	6	57
	C	8	8	7	6	6	8	8	8	10	76
	D	5	4	3	8	5	8	8	3	3	53
22	E	9	10	5	8	7	10	9	8	3	77
	A	10	7	8	6	4	3	4	6	5	63
	B	7	4	4	5	8	10	6	2	7	59
	C	8	9	8	6	7	9	8	9	9	79
	D	5	4	2	9	5	8	7	3	3	49
23	E	9	10	5	8	7	9	10	8	4	81
	A	8	7	7	9	5	3	4	5	5	60
	B	6	4	3	6	7	10	6	4	6	60
	C	9	10	7	6	8	8	8	10	9	85
	D	5	4	6	8	4	9	8	4	3	58
24	E	10	9	4	9	8	8	9	9	3	80
	A	9	7	7	9	5	3	4	4	5	60
	B	7	4	3	5	9	10	6	2	6	58
	C	9	10	8	4	7	8	8	10	8	82
D	5	4	6	6	5	9	7	5	3	56	

Firma No	Yazılım	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9	Verilen Puan
25	E	10	9	4	8	8	7	9	9	5	78
	A	9	8	7	10	5	5	5	5	5	67
	B	7	2	3	6	8	6	6	4	7	56
	C	9	9	7	3	6	8	9	10	8	79
	D	4	3	5	6	6	9	6	6	3	53
26	E	9	8	4	8	8	7	9	9	4	73
	A	9	7	7	10	5	5	6	4	5	64
	B	8	2	4	6	10	9	6	3	7	63
	C	8	9	7	4	6	8	8	9	9	78
	D	5	4	4	10	7	10	6	4	4	58
27	E	8	9	5	8	9	8	8	9	3	75
	A	9	7	7	10	6	5	5	3	5	63
	B	8	2	4	6	9	8	6	4	8	62
	C	8	8	7	4	6	8	8	10	9	78
	D	5	4	4	8	8	9	6	4	3	54
28	E	7	10	6	8	8	8	9	9	4	78
	A	9	8	8	10	7	5	5	4	4	67
	B	7	6	4	6	9	9	6	3	9	64
	C	8	9	7	5	5	8	7	9	7	76
	D	6	3	5	10	8	9	6	3	3	59
29	E	10	9	6	8	9	7	10	9	4	83
	A	9	7	9	10	7	4	4	8	3	69
	B	7	2	4	6	7	10	5	5	8	62
	C	7	8	7	6	5	9	7	9	8	74
	D	6	2	5	9	8	8	6	4	2	57
30	E	10	10	4	8	8	8	8	9	3	76
	A	9	8	9	9	7	3	5	8	2	68
	B	7	3	4	6	10	8	5	7	9	66
	C	8	10	7	5	4	9	7	6	9	73
	D	6	9	6	8	8	9	7	4	3	66
E	9	8	5	8	8	8	9	8	6	80	