

## ANALİTİK AĞ SÜRECİ YAKLAŞIMIYLA ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK (3PL) FİRMA SEÇİMİ

Aşır ÖZBEK<sup>(\*)</sup>

**Özet:** Üçüncü parti lojistik (3PL), firmanın lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını dışarıdan yabancı firmalar tarafından yerine getirilmesini kapsamaktadır. Günümüzde küresel rekabet ortamında 3PL firmanın doğru olarak seçilmesi, işletmenin rekabet gücü üzerinde ciddi etki yapmaktadır. Bu durumda; işletmeler için etkin ve uygulanabilir bir modelle en uygun 3PL firma seçimi çok önemli olmaktadır.

Bu çalışmada bir işletme için en uygun 3PL firma seçimi karar modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde, nicel ve nitel verileri sürece katan ve sonucu etkileyen faktörler arasındaki bağımlılığı dikkate alan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden olan analitik ağ süreci (AAS) yöntemi kullanılmıştır.

Karar modelinin ağ yapısı ve kullanılan faktörler, uluslararası indeksli dergilerde, konferanslarda ve sempozyumlarda yayımlanan çalışmalar incelenerek ve sahasında uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Önerilen model bir işletmede başarı ile uygulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik, Üçüncü Parti Lojistik (3PL), Analitik Ağ Süreci, Çok Ölçütlü Karar Verme.

**Abstract:** The third part logistic (3PL) includes some certain parts or whole of the firm's logistic activities performed by the outsider companies. Today, in the global competitive environment, selecting the appropriate 3PL firm has a significant effect upon the competitive capacity of the firm. In this case; selecting the optimum 3PL firm with an effective and applicable model is very important for the business firms..

In this study, an appropriate 3PL firm-choosing model was developed. In this model we applied the analytic network process (ANP) which is one of the multiple-criteria decision making methods which considers the dependencies between the material factors and includes the quantitative and qualitative data into the process.

The network topology of the decision making model and used factors were assigned by reviewing and considering the articles published in international indexed journals and the views of the experts in their fields. This proposed model was applied in a business firm successfully.

**Keywords:** Logistics, Third-Party Logistics (3PL), Analytic Network Process, Multiple-Criteria Decision Making.

### I. Giriş

3PL, organizasyon içinde geleneksel olarak yapılan lojistik faaliyetlerin tamamının veya bir kısmının dış kaynak kullanım (DKK) yoluyla işletme dışı tarafından yerine getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ashenbaum, 2005). İşletmeler, rekabet üstünlüğü elde etmek, küresel dünyada hızlı değişimlere uyum sağlamak, teknolojik gelişmeleri takip etmek, maliyetleri azaltmak, esnek bir yapıya kavuşmak, riski azaltmak ve esas faaliyet alanına odaklaşmak gibi

---

<sup>(\*)</sup> Öğr.Gör. Kırıkkale Üniversitesi MYO Teknik Programlar Bölümü

nedenlerden dolayı lojistik faaliyetlerinde iyileştirmeler ve geliştirmeler yapmaya odaklanmıştır. Bu nedenle birçok işletme, lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını gerçekleştirmek için orta ve uzun vadede 3PL işletmeleri ile stratejik ortaklıklar kurmak istemektedir. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için doğru 3PL firmanın seçilmesi çok önemlidir.

3PL seçim yöntemleri basit analitik tekniklerden çok ölçütlü yöntemleri kapsayacak şekilde literatürde yer almıştır. Yapılan çalışmanın amacı; en uygun 3PL firmayı seçmede, işletme yöneticilerinin kolayca uygulayabilecekleri bilimsel bir karar modeli ortaya koymaktır.

AAS yönteminin kullanıldığı karar modeli, müşteri memnuniyetini kendisine ilke edinmiş, sürekli iyileşmeyi düşünen, büyüme odaklı stratejileri olan ve dışa açılmayı başaran bir işletmenin lojistik faaliyetlerinin tamamını yerine getirilmesi için işletmenin stratejisine en uygun 3PL firmayı seçmeyi hedeflemektedir. İşletme, Kayseri merkezli olup alüminyum profil üretimi yapmaktadır. Türkiye'nin her köşesine sevkiyatı ve orta ve batı Avrupa ülkelerine ihracat yapan kalite odaklı deneyimli bir firmadır. Hâlihazırda işletme bazı faaliyetlerini DKK yoluyla gerçekleştirmektedir. Ancak işletmenin ana hedefi lojistik faaliyetlerinin tamamını 3PL firma eliyle yürütmektir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde literatür incelemesi yapılarak bu kısımda 3PL firma seçiminde yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde AAS tanımlanmış ve bu yöntemle geliştirilen bazı uygulamalara değinilmiştir. Dördüncü bölümde ise dört kümeye ayrılan ve toplam 16 elemandan oluşan faktörler kullanılarak AAS ile 3PL firma seçim karar modeli geliştirilmiştir. Son bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve bu konuda gelecekte çalışacak olanlara öneriler sunulmuştur.

## II. Literatür İncelemesi

3PL firma seçimi probleminin çözümü için kullanılabilir bir dizi çok ölçütlü karar verme yöntemleri literatürde mevcuttur. Çok ölçütlü değerlendirme ve seçme yöntemleri, basit analitik, istatistiksel, matematiksel, yapay zekâ gibi ya da hibrid olarak birçok yaklaşımı kapsamaktadır. Bu bölümde 3PL firma seçimi konusunda yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Çakır vd. (2009:38-45 ), 3PL firma seçimi için bulanık analitik hiyerarşi süreci (BAHS)'ne dayalı bir karar destek sistemi önermişlerdir. Yazarların kullandıkları temel karar ölçütleri, 3PL firmasının servis maliyeti, mali performansı, operasyonel performansı, firma imajı ve uzun süreli ilişkilerden oluşmaktadır. Bhatti vd. (2010:261-277), en iyi 3PL firmayı seçmek için BAHS yöntemini kullanmıştır. Soh (2010:339-349) ve Fu vd. (2010:1-6), AHS yöntemini kullanarak en uygun 3PL firmasını değerlendirmek ve seçmek için yöneticilerin pratikte uygulayabileceği kullanımı ve uygulaması oldukça kolay bir yapı önermiştir. Vijayvargiya ve Dey (2010:403-418), en uygun 3PL firmayı seçmek için navlun, iç ücretleri, zamanlama esnekliği, depolama

kapasitesi, izleme ve takip sistemi, liman varlığı ve gümrükleme gibi birçok ölçütü dikkate alan AHS temeline dayanan yapısal karar verme modeli önerdiler.

Meade ve Sarkis (2002:283-295), 3PL seçimi ve değerlendirmesinde toplama, paketleme, depolama, sıralama, değişim işlemleri ve teslimat gibi lojistik faaliyetleri dikkate alan AAS yöntemine dayanan bir karar verme modeli önerdiler. Jharkharia ve Shankar (2007:274-289), 3PL firma seçimi için uygunluk, hizmet maliyeti, kalite, firma imajı, uzun süreli ilişki, operasyonel performans, finansal performans ve risk yönetimi gibi faktörlerin dikkate alındığı AAS tabanlı bir karar modeli geliştirdiler. Sun vd. (2010:1013-1017 ), faydalar, fırsatlar, maliyetler ve riskler ana kontrol ölçütleri altındaki 12 alt ölçütü AAS yönteminde kullanarak 3PL firmaları değerlendirdi.

Bottani ve Rizzi (2006:294-308), 3PL firma seçiminde Bulanık TOPSIS, Qureshi vd. (2007:1512-1516 ), TOPSIS tekniğini aralıklı veriler (Interval Data) ile ve Qureshi vd. (2008) TOPSIS'i üçgen bulanık sayılar (Triangular Fuzzy Numbers ) ile birlikte kullanan bir model önerdiler.

Aguezzoul vd. ( 2006:912-916.) ELECTRE yöntemini kullanarak 3PL, Govindan vd. (2010:1-5) Electre II yöntemini kullanarak üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firmayı seçmeyi önerdiler.

Min ve Joo (2006:259-265), faaliyet geliri, alacak hesabı, maaş ve ücretler, faaliyet giderleri ve maddi varlıklar faktörlerini veri zarflama analizi (VZA) yönteminde kullanarak 3PL firmalarının operasyonel etkinliğini değerlendirdiler. Azadi ve Saen (2011:12231-12236), çift rol faktörleri ve stokastik verilerin mevcudiyeti durumunda en uygun 3PTL firmayı seçmede, şans-kısıtlı VZA'ne dayanan bir yaklaşım önerdiler.

Kumar vd. (2006:702-715) 3PL firma seçimi için çok amaçlı bir matematiksel programlama modeli geliştirdiler. Ye ve Liu (2011:1-4), dengeli puan kartı sistemini ve hedef programlama (HP) tekniğini kullanarak en uygun 3PL firma seçimini sağlamayı öneren bir model sundular. Tang ve Xie (2008:1653-1668), 4PL konsepti içinde 3PL firma seçiminde genetik algoritma ve bulanık mantık kullandılar. Araz ve diğerleri (2007:3738-3756), 3PL seçiminde, Bulanık HP ve PROMETHEE yöntemlerini bütünleştiren bir model geliştirdiler.

Yan vd. (2003:196-207 ), 3PL firma seçimi ve değerlendirilmesi için bir durum tabanlı çıkarsama (DTÇ) modeli geliştirdiler. 3PL seçiminde, Işıklar vd. (2007:3701-3714), DTÇ, kurala dayalı akıl yürütme (KDAY) ve uzlaşık programlama (UP) yöntemlerinden oluşan hibrid bir model geliştirdiler. Efendiğil vd. (2008:269-287) yapay sinir ağlarına ve bulanık mantığa dayalı iki aşamadan oluşan karma bir model önerdiler. Zhang vd. (2007:211-221), temel bileşenler analizi (TBA) ve gri ilişkisel analiz (GİA) yöntemlerini birlikte uygulayan entegre bir sistem geliştirdiler. Thakkar vd. (2005:32-46), en doğru 3PL firmasını seçmek için 26 ölçütün yer aldığı yorumlayıcı yapısal modelleme (YYM) ve AAS yöntemlerinden oluşan karma bir model önerdiler. Zhang vd.

(2006:646-655), 4PL çerçevesinde AHS ve VZA metodolojilerini birlikte kullanarak karma bir model geliştirdiler. Cao vd. (2007a:215-220), 3PL firma seçimi için borda fonksiyon teorisi (BFT) ve gri rasyonel analizine (GRA) dayanan iki aşamalı bir hibrid yöntem önerdiler. Cao vd. (2007b: 596-600), en uygun 3PL firmayı seçmek için SRF teorisi ve TOPSIS'e dayanan iki aşamalı bütünleşik bir model geliştirdiler. Wang vd. (2008:1-4), 4 ana ölçüt ve 16 alt ölçütten oluşan iki seviyeli bir hiyerarşik yapı oluşturarak, BAHS ve HP yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bütünleşik bir model önerdiler. Guoyi ve Xiaohua (2011:788-792), 3PL seçiminde AHS ve bilgi entropi, Xiao vd. (2012: 452-453) AHS ve HP, Ravi (2012:24-37 ), AHS ve TOPSIS, Liou ve Chuang (2010: 3755-3761), AAS ve VIKOR, Huo ve Wei (2008:2363-2368), modifiye edilmiş gri çok hiyerarşili (grey multi-hierarchical), AHS ve entropi, Wong (2010), BAAS ve sonsuz öncelikli bulanık tamsayı HP (preemptive fuzzy integer goal programming - PFIGP) yöntemini birlikte kullandılar.

### III. Analitik Ağ Süreci

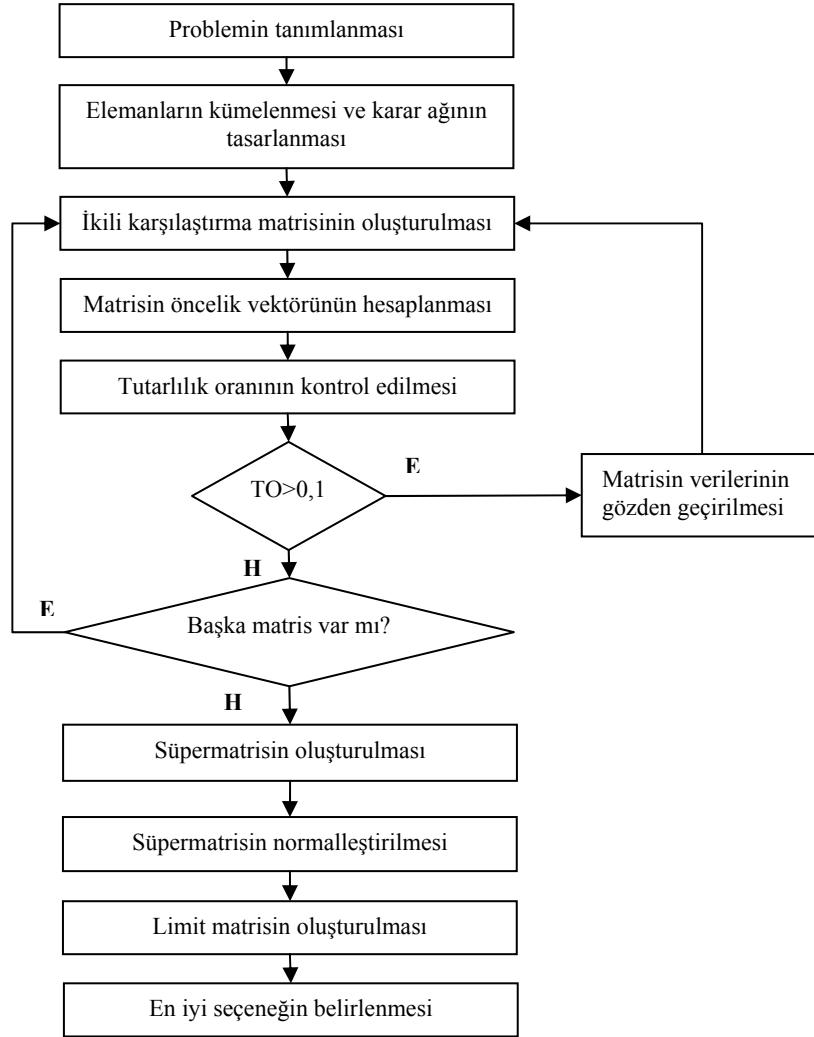
Saaty tarafından AHS'nin genelleştirilmesi ile geliştirilmiş ve birçok alanda uygulama imkânı bulmuştur (Saaty, 2001). Bu yöntem, AHS'nin dikkate almadığı karar verme sürecinde yer alan elemanlar arasındaki etkileşimleri de dikkate alarak, problemin yukarıdan aşağıya doğru bir hiyerarşide yapılanma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. AAS, problemleri, elemanlar arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir ağ şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş elemanlar arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geri bildirimler de dikkate alınmaktadır (Saaty, 1996). AAS, nicel bilgilerin yanında nitel bilgilerin de değerlendirilmesini sağlayan AHS'nin daha genel bir formudur.

AAS'nin AHS'ne göre üstünlüğü, elemanlar ve elemanların oluşturduğu kümeler arasındaki etkileşimleri belirleme olanağı vermesinden kaynaklanmaktadır. Bu etkileşimler küme içi ve kümeler arası etkileşimler olarak adlandırılmaktadır. Eğer aynı küme içerisinde yer alan elemanlar arasında etkileşim varsa küme içi etkileşim (iç bağımlılık), farklı kümeler arasında yer alan elemanlar arasında etkileşim var ise kümeler arası etkileşim (dış bağımlılık) söz konusudur (Meade ve Sarkis, 1999:246).

Bir hiyerarşide üst düzeydeki elemanların daha alt seviyedeki elemanlarla etkileşimleri söz konusudur. Bu durum karşılıklı bağımlılıkların ortaya çıkmasını sağlar. Bu nedenle çözülmesi gereken birçok karar sorunu hiyerarşik yapıda oluşturulamaz. Diğer taraftan bir karar ağı yapısında tüm elemanların diğer kümelerdeki ve buldukları kümedeki tüm elemanlarla etkileşim halinde olmaları söz konusu değildir (Saaty, 1994).

Şekil 1'de bir ağ yapısı verilmiştir (Saaty, 1999). Bu ağ yapısı beş kümeden oluşmaktadır. Ağ yapısının A kümesi sadece B kümesini etkilemektedir. B kümesi ise A ve C kümelerini etkilerken aynı zamanda kendi





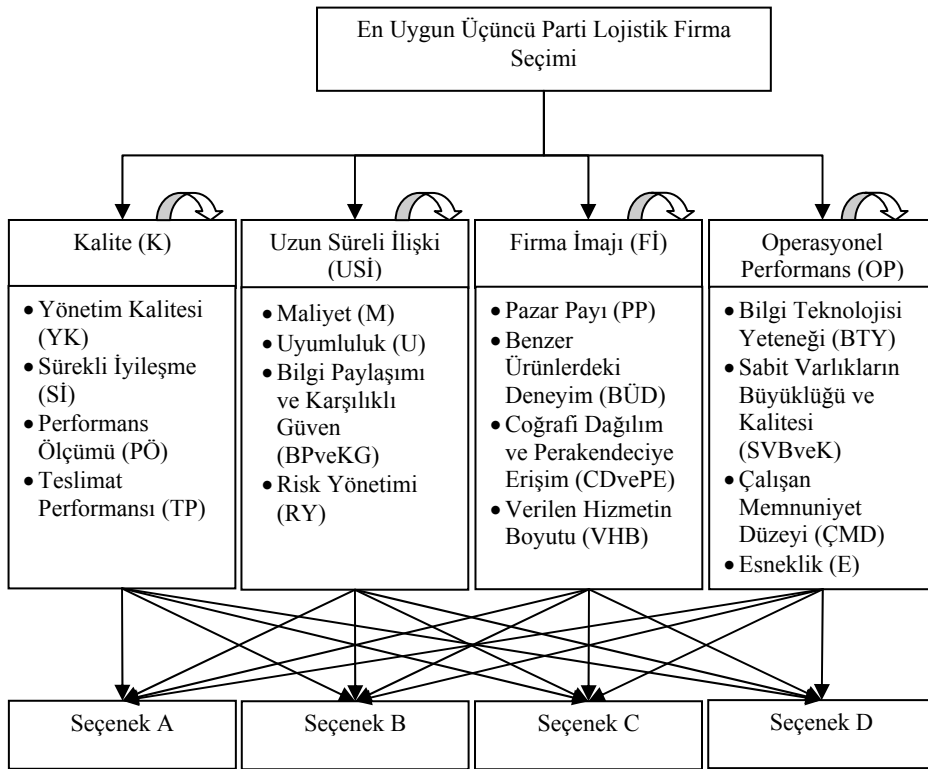
Şekil 2: AAS Akış Şeması

#### IV. Uygulama

##### A. Karar Ağının Oluşturulması

Hedeflenen amaca ulaşmak için işletmenin lojistik yöneticileriyle bir dizi uzun süreli görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan modelin elemanları ve bu elemanların kümelenmesi, literatür taraması sonucu oluşan uzun bir listeden uzman görüşleri doğrultusunda ve bir çok akademisyenle yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Küme ve elemanlarının belirlenmesinden sonra şekil 3'de gösterilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Hiyerarşi, dört düzeyden oluşmaktadır (Şekil 3). Ağ yapısı, özellikle Sarkis (1998:159-174), Meade ve Sarkis (1999:241-261), Agarwal ve Shankar (2003:324-234) ve

Jharkharia ve Shankar (2007:274–289) çalışmaları temel alınarak, endüstride sahasında uzman olan kişilerin ve bu konuda çalışma yapan akademisyenlerin görüşleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Daha sonra elemanların (ölçütlerin) ağırlıklarını ve bir başka elemana göre önemlerini belirleyebilmeye yönelik olarak hazırlanan sorular lojistik konusunda uzmanlaşan firmanın dört farklı uzmanına sorulmuştur. Bire bir yapılan bu çalışmalar sonucunda uzmanların verdiği cevapların geometrik ortalaması alınarak cevaplar teke düşürülmüştür (Dyer ve Forman, 1992:99-124).



Şekil 3: 3PL Firma Seçim Hiyerarşi Yapısı

Karar modelinin amacı işletme için en uygun 3PL firmayı seçmektir. Bu nedenle hiyerarşinin en tepe noktasını amaç oluşturmaktadır. Hiyerarşinin ikinci düzeyini küme faktörleri olarak tanımladığımız kalite, firma imajı, uzun süreli ilişki ve operasyonel performans oluşturmaktadır. Üçüncü düzeyde ise küme elemanları (alt ölçütler) yer almaktadır. Dördüncü düzey olan son seviye ise seçeneklerden oluşmaktadır. Küme içerisindeki elemanlar belirlenirken uzman görüşü doğrultusunda birbirlerini etkileyebildiği düşünülen elemanların aynı kümede yer almasına özen gösterilmiştir. Yani her bir küme altında yer alan

elemanların, birbirlerini etkilediği ve iç bağımlılığın söz konusu olduğu düşünülmüş bir küme içerisinde toplanması sağlanmıştır.

#### *B. Potansiyel 3PL Firmalarının Belirlenmesi*

Uygulama safhasına başlamadan önce hizmet alımı için 8 adet 3PL firması belirlenmiştir. Bu belirleme işlemi, firmaların imajı, geliri, çalışma alanları, coğrafi dağılım ve perakendeciye erişim yöntemleri, stratejileri, büyüme modelleri, vizyon ve teknik donanım gibi veriler dikkate alınarak yapılmıştır. Daha sonra bu belirlenen 3PL firmalarından bir dizi sorulara cevapları verilmesi istenmiştir. Cevap vermesi istenen 3PL firmalarının tamamı cevap vermiştir. Ayrıca bu belirlenen firmaların web sayfaları da dikkatli bir şekilde incelenerek firmalar hakkında detaylı ve gerekli bilgilere erişilmeye çalışılmıştır. Hizmeti alacak firmanın lojistik yöneticileri, sorulara cevap veren 3PL firmaları arasından verilen bilgiler göz önüne alınarak ve diğer kaynaklardan erişilen veriler doğrultusunda sekiz adet firmadan dört âdetini elemiştir. Geriye kalan dört adet firma arasından ise en uygun 3PL firmanın seçimi çok ölçütlü karar verme tekniklerine göre belirlenmiştir.

#### *C. Yöntem*

Uygulamada yöntem olarak AAS kullanılmıştır. Amaca ulaşmak için belirlenen küme ve küme elemanlarının ağırlıkları ve seçeneklerin sıralanması AAS yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. Küme ve küme elemanlarının ağırlıklarını bulmak için yapılan hesaplamalar Microsoft Excel programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken tutarlılık oranlarının 0,1' den küçük olmasına özen gösterilmiştir. Tutarlılık oranının 0,1'den büyük olduğu durumlarda ikili karşılaştırma matrislerini oluşturmada temel alınan sorulara verilen cevaplar, uzmanlar tarafından tekrar değerlendirilmiştir. Böylece her bir ikili karşılaştırma matrisinin mutlaka tutarlı olması sağlanmıştır.

Küme içerisindeki elemanların, aynı kümedeki bir başka elemana göre ikili karşılaştırılmasından oluşan öncelik vektörlerinin bir araya getirilmesiyle süpermatris oluşturulmuştur. Bu oluşturulan matrisin yakınsamasını yapabilmek için matrisin her bir sütun toplamı 1 olmalıdır. Eğer bu şart yerine getirilmezse matrisin yakınsaması yapılamamaktadır. Bu durumda uzmanların sorulara verdiği cevaplar tekrar gözden geçirilmektedir. Süper matrisin yakınsaması Delphi 7.0 da yazılan bir yazılım ile gerçekleştirilmiştir.

#### *Ç. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması*

İkili karşılaştırma matrislerini oluşturmak için gerekli veriler, uzmanlar tarafından oluşturulmuştur. Verilen cevapların olabildiğince gerçeği yansıtması, tutarlı ve doğru sonuçlar vermesi için, soru formları lojistik hizmeti almayı düşünen firmada, firmanın lojistik uzmanları ile bire bir görüşmeler yapılarak doldurulmuştur. Soru formları, değerlendirme ölçütü ve formların nasıl



doldurulacağı ile ilgili örnek sorulardan oluşan doküman önceden firmanın uzmanlarına gönderilerek, konu ile ilgili ön bilgi elde etmeleri sağlanmıştır. Daha sonra hizmet almayı düşünen firmaya gidilerek soru formlarının birlikte doldurulması gerçekleştirilmiştir. Soru formlarını dolduran dört uzmanın değerlendirmelerinin geometrik ortalaması alınarak veriler teke düşürülmüştür (Tam ve Tummala, 2001:171-182, Saaty, 2000). Teke indirgenen veriler ikili karşılaştırma matrisinde yer alacak olan değerleri oluşturmuştur.

*İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken işlem akışı şu şekilde olmuştur:*

1. Küme ağırlıklarını bulmak için kümelerin karşılaştırılması,
2. Her bir küme içerisindeki elemanların, içinde buldukları kümeye olan etkilerini belirlemek için yapılan ikili karşılaştırma (toplam 4 adet),
3. Her bir küme içerisinde elemanların aynı kümenin her hangi bir elemanına olan etkisini belirlemek için yapılan karşılaştırmalar (her bir küme için dört adet karşılaştırma toplamda 16 adet karşılaştırma yapılır).
4. Seçeneklerin her bir küme elemanına olan etkilerini belirlemek için yapılan ikili karşılaştırmalar (her bir küme elemanı için dört adet karşılaştırma olma üzere toplamda 16 adet karşılaştırma yapılır).

#### *D. Küme Ağırlıklarının Hesaplanması*

İlk yapılması gereken **kalite, firma imajı, uzun süreli ilişki ve operasyonel performans** kümelerinin en uygun 3PL seçimine olan etkilerini belirleyebilmek için küme ağırlıklarını bulmak gerekmektedir. Bu nedenle bu dört faktörün yer aldığı ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması gerekir. Kümelerin karşılaştırma matrisi ve öncelik vektör değerleri tablo 2' de verilmiştir.

Boyutu  $n > 2$  olan her bir matris için tutarlılık oranının belirlenmesi gerekir. Şayet tutarlılık oranı 0,1'den büyükse matrisin tutarsız olduğu sonucuna varılır. Bu durumda matrisin tutarlı duruma getirilmesi gerekir. Bunun için ikili karşılaştırma matrisi için veri teşkil eden uzmanların verdiği cevapların, uzmanlar tarafından tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Her matrisin altında tutarlılık oranları verilmiştir. Örneğin tablo 2'de gösterilen matrisin tutarlılık oranı 0,016 olarak bulunmuştur. Bu değer, matrisin tutarlı olduğuna işaret etmektedir.

Uygulamada oluşturulan tüm ikili karşılaştırma matrisleri burada yer almamıştır. Örnek teşkil edebilecek temel ikili karşılaştırma matrislerine yer verilmiştir. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen tablo 1'de gösterilen 1-9 arası değerleri içeren karşılaştırma ölçeği kullanılmıştır (Saaty, 1994:26).

Tablo 1: *Karşılaştırma Ölçeği*

Önemi	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki seçenekte eşit değerde öneme sahip
3	Biraz önemli	Bir ölçütü diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır
5	Fazla önemli	Bir ölçütü diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır
7	Çok fazla önemli	Ölçüt diğer ölçütü göre kesinlikle çok fazla önemli sayılmıştır
9	Son derece önemli	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.
2, 4, 6, 8	Ara dereceler	Gerektiğinde kullanılacak ara değerler.

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek normalleştirilir. Normalleştirilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olur. Daha sonra normalleştirilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Hesaplanan bu değerler her bir faktör için bulunan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar öncelik vektörü olarak adlandırılır.

Tablo 2. *Kümelerin İkili Karşılaştırılması*

	Kalite	Uzun Süreli İlişki	Firma İmajı	Operasyonel Performans	ÖV
Kalite	1,000	1,861	2,711	1,565	0,391
Uzun Süreli İlişki	0,537	1,000	1,000	0,473	0,167
Firma İmajı	0,369	1,000	1,000	0,707	0,166
Operasyonel Performans	0,639	2,114	1,414	1,000	0,276

$$TO = 0,016 < 0,1$$

#### E. Küme Elemanlarının Kümeye Olan Etkilerin Belirlenmesi

İkinci olarak her bir küme içerisindeki elemanların kümeye olan öneminin belirlenmesidir. Kalite kümesindeki elemanların kalite kümesine olan etkileri tablo 3’de verilmiştir. Benzer şekilde her küme içerisindeki elemanların, içinde yer aldığı kümeye olan etkilerinin belirlenmesi gerekir. Yani ilgili elemanların, uzun süreli ilişki, firma imajı ve operasyonel performans kümelerine olan etkilerini belirlemek için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İkili karşılaştırmalar sonucu hesaplanan öncelik vektörleri tablo 8’de ham eleman ağırlıkları adlı sütuna yerleştirilir.

Tablo 3: *Elemanların Kalite Kümesine Olan Etkileri*

Kalite	YK	Sİ	PÖ	TP	ÖV
YK	1,000	0,707	0,359	0,408	0,126
Sİ	1,414	1,000	0,319	2,000	0,206
PÖ	2,786	3,135	1,000	3,464	0,491
TP	2,451	0,500	0,289	1,000	0,177

$$TO = 0,081 < 0,1$$

#### F. Küme Elemanlarının İkili Karşılaştırılması

Bu aşamada ise bir küme içerisindeki elemanların birbirlerine olan etkileri ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Karar verici, “A elemanı B elemanı ile karşılaştırıldığında C elemanını nasıl etkiler?” sorusunu sormalıdır. Örneğin “kalitenin iyileştirilmesi çerçevesinde sürekli iyileşme faktörü performans ölçümü faktörü ile karşılaştırıldığında yönetim kalitesini nasıl etkiler?” sorusu sorulmalıdır. Bu şekilde bir küme içerisindeki elemanların yine aynı küme içerisindeki bir başka elemanı ne oranda etkilediği belirlenmeye çalışılır.

Kalite kümesi altındaki elemanların ikili karşılaştırılmasından dört adet ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Aynı şekilde uzun süreli ilişki, firma imajı ve operasyonel performans kümesi altındaki elemanların, ilgili küme içerisindeki bir başka elemana göre ikili karşılaştırılmalarının yapılması gerekir. Her bir küme için dört adet olmak üzere toplamda ise 16 adet ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu şekilde oluşturulan bu matrislerin her birinin öncelik vektörleri tablo 6’de verilen süpermatriste ilgili sütuna yerleştirilir. Kalite kümesi altındaki elemanların yönetim kalitesi faktörüne olan etkisini belirleyen ikili karşılaştırma matrisi tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4: *Kalite Kümesi Faktörlerinin Yönetim Kalitesi Faktörüne Olan Etkileri.*

YK	Sİ	PÖ	TP	ÖV
Sİ	1,000	0,500	2,000	0,319
PÖ	2,000	1,000	1,565	0,461
TP	0,500	0,639	1,000	0,220

$$TO = 0,085 < 0,1$$

#### G. Seçeneklerin Küme Elemanlarına Göre Karşılaştırılması

Bu aşamada seçeneklerin her bir küme elemanına göre etkilerini belirleyebilmek için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Her bir kümede dört adet eleman ve toplamda 16 eleman olduğu için 16 adet matris oluşur. Yönetim kalitesi elemanına göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi tablo 5’de verilmiştir. Benzer şekilde seçeneklerin diğer elemanlara göre ikili

karşılaştırılması yapılmalıdır. Bu matrislerin öncelik değerleri tablo 8’de ilgili elemanın bulunduğu satıra ve ilgili seçeneğin sütununa girilir.

Tablo 5: *Seçeneklerin Yönetim Kalitesi Faktörüne Olan Etkileri*

YK	A	B	C	D	ÖV
A	1,000	1,414	0,841	2,632	0,296
B	0,707	1,000	0,473	2,711	0,220
C	1,189	2,114	1,000	3,464	0,383
D	0,380	0,369	0,289	1,000	0,101

$$TO = 0,010 < 0,1$$

#### Ğ. Süpermatrisin Oluşturulması

Süpermatris, bir sistemin elemanları arasında var olan bağımlılığın ortaya çıkarılmasına katkı sağlar. Süpermatrisin elemanları her bir kümedeki elemanların birbirleri ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak elde edilmiştir. Süper matris 16 sütundan oluşmaktadır.

Matrisin yakınsamasını yapabilmek için matrisin her bir sütun toplamı 1 olmalıdır. Sonra süper matrisin  $2^{k+1}$  kuvveti alınarak tablo 7’deki limit matris elde edilir. Limit matris, süpermatrisin  $2^{17}$  kuvvetinde gerçekleşmiştir.

#### H. Seçeneklerin Sıralanması

Her bir elemanın ağırlığı, küme ağırlığı, ham eleman ağırlığı, yakınsama sonucu oluşan eleman ağırlığı ve ilgili seçeneğin ağırlığı ile çarpılarak elde edilir (tablo 8). Örneğin **yönetim kalitesi** (YK) elemanının A seçeneği için ağırlığı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$YK_A = 0,391 * 0,126 * 0,283 * 0,296 * 100 = 0,413$$

Benzer şekilde tüm seçenekler için elemanların ağırlıkları bulunur. Daha sonra her bir seçeneğin ağırlık değerleri toplanır ve normalleştirilir. Örneğin A seçeneği için elemanların ağırlık değeri şu şekilde hesaplanır:

$$A = 0,413 + 0,432 + 1,914 + 0,449 + 0,284 + 0,239 + 0,320 + 0,228 + 0,402 + 0,055 + 0,389 + 0,231 + 0,813 + 0,317 + 0,763 + 0,126 = 7,374.$$

Uygulama süreci sonucunda **C** seçeneğinin en uygun, **D** seçeneğinin ise en uygun olmayan seçenek olduğu ve sıralamanın şu şekilde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Tablo 6: Süpermatris

	YK	Sİ	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
YK	0,000	0,292	0,476	0,347												
Sİ	0,319	0,000	0,193	0,130												
PÖ	0,461	0,574	0,000	0,523												
TP	0,220	0,134	0,331	0,000												
M					0,000	0,151	0,155	0,153								
U					0,164	0,000	0,596	0,409								
BPveKG					0,586	0,591	0,000	0,438								
RY					0,250	0,258	0,249	0,000								
PP									0,000	0,258	0,294	0,342				
BÜD									0,126	0,000	0,131	0,181				
CDvePE									0,455	0,232	0,000	0,477				
VHB									0,419	0,510	0,575	0,000				
BTY													0,000	0,535	0,430	0,184
SVBveK													0,439	0,000	0,382	0,206
ÇMD													0,221	0,232	0,000	0,610
E													0,340	0,233	0,188	0,000

Tablo 7: Limit Süpermatris

	YK	Sİ	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
YK	0,283	0,283	0,283	0,283												
Sİ	0,181	0,181	0,181	0,181												
PÖ	0,338	0,338	0,338	0,338												
TP	0,198	0,198	0,198	0,198												
M					0,133	0,133	0,133	0,133								
U					0,314	0,314	0,314	0,314								
BPveKG					0,352	0,352	0,352	0,352								
RY					0,202	0,202	0,202	0,202								
PP									0,236	0,236	0,236	0,236				
BÜD									0,130	0,130	0,130	0,130				
CDvePE									0,298	0,298	0,298	0,298				
VHB									0,336	0,336	0,336	0,336				
BTY													0,285	0,285	0,285	0,285
SVBveK													0,262	0,262	0,262	0,262
ÇMD													0,249	0,249	0,249	0,249
E													0,205	0,205	0,205	0,205

Tablo 8: Küme, Eleman ve Seçeneklerin Ağırlıkları

Küme	Küme Elemanları	Küme Ağırlıkları	Ham Eleman Ağırlıkları	Yakınsama Sonucu Elemanların Ağırlıkları	A	B	C	D	Ağırlıklandırılmış A	Ağırlıklandırılmış B	Ağırlıklandırılmış C	Ağırlıklandırılmış D
Kalite	YK	0,391	0,126	0,283	0,296	0,220	0,383	0,101	0,413	0,307	0,534	0,141
	Sİ	0,391	0,206	0,181	0,296	0,260	0,334	0,110	0,432	0,379	0,487	0,160
	PÖ	0,391	0,491	0,338	0,295	0,257	0,366	0,082	1,914	1,668	2,375	0,532
	TP	0,391	0,177	0,198	0,328	0,263	0,325	0,084	0,449	0,360	0,445	0,115
Uzun Süreli İlişki	M	0,167	0,448	0,133	0,285	0,324	0,271	0,120	0,284	0,322	0,270	0,119
	U	0,167	0,144	0,314	0,316	0,194	0,334	0,156	0,239	0,146	0,252	0,118
	BPveKG	0,167	0,191	0,352	0,285	0,274	0,331	0,110	0,320	0,308	0,372	0,124
	RY	0,167	0,217	0,202	0,312	0,274	0,277	0,137	0,228	0,201	0,203	0,100
Firma İmajı	pp	0,166	0,419	0,236	0,245	0,250	0,325	0,180	0,402	0,410	0,533	0,295
	BÜD	0,166	0,089	0,130	0,284	0,244	0,347	0,125	0,055	0,047	0,067	0,024
	CDvePE	0,166	0,324	0,298	0,243	0,293	0,307	0,157	0,389	0,470	0,492	0,252
Operasyonel Performans	VHB	0,166	0,168	0,336	0,247	0,220	0,393	0,140	0,231	0,206	0,368	0,131
	BTY	0,276	0,348	0,285	0,297	0,248	0,302	0,153	0,813	0,679	0,827	0,419
	SVBveK	0,276	0,164	0,262	0,267	0,267	0,333	0,133	0,317	0,317	0,395	0,158
	ÇMD	0,276	0,405	0,249	0,274	0,223	0,357	0,146	0,763	0,621	0,994	0,406
	E	0,276	0,083	0,205	0,268	0,168	0,418	0,146	0,126	0,079	0,196	0,069
Toplam									7,374	6,519	8,809	3,163
Normalleştirilmiş Sonuç									0,285	0,252	0,341	0,122

### V. Sonuç ve Değerlendirme

İşletmeler, rekabet üstünlüğü elde etmek, küresel dünyadaki hızlı değişimlere uyum sağlamak, teknolojik gelişmeleri takip etmek, maliyetleri azaltmak, esnek bir yapıya kavuşmak, riski azaltmak ve esas faaliyet alanına odaklaşmak gibi nedenlerden dolayı lojistik faaliyetlerinde iyileştirmeler ve geliştirmeler yapmaya odaklanmıştır. Bu nedenle birçok işletme, lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını gerçekleştirmek için orta ve uzun vadede 3PL işletmeleri ile stratejik ortaklıklar kurmak istemektedir. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için doğru 3PL firmanın seçilmesi çok önemlidir.

Bu çalışmada en uygun 3PL firmayı seçebilmek için elemanlar (ölçütler) arasındaki etkileşimleri, geri bildirimleri ve birçok uzmanın

görüşlerini dikkate alan, verilerin yeniden düzenlenmesine fırsat veren AAS temelli bir karar modeli önerilmiştir.

Uzmanların ve geçmiş çalışmaların incelenmesi sonucu 16 eleman belirlenmiştir. Belirlenen elemanlar dört kümeye ayrılmıştır. Her bir küme dört adet elemandan oluşmuştur. Önerilen modelde kalite kümesinin % 39 ile en önemli faktör, firma imajının ise %16,6 ile en az dikkate alınan faktör olduğu belirlenmiştir. Küme elemanları arasında ise en önemli faktörün %0 65 ile performans ölçümü (PÖ) olduğu görülmüştür.

Model, yeni elemanlar eklenmesine ve bağımlılıkların yeniden düzenlenmesine olanak verecek şekilde tasarlandığından dolayı esnek bir yapıya sahiptir. Modelin bu avantajına karşın işlem hacmi oldukça fazla olmaktadır. Paket programlar ya da Super Decisions, Expert Choice gibi özel yazılımlar kullanılmayı zorunlu kılmaktadır.

AAS yönteminin karmaşık problemlere uygulanması zor olmasına rağmen etkileşimleri ve detaylı analiz yapmasından dolayı araştırmacılar tarafından hibrid çalışmalarda tercih edileceği düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Agarwal, A. ve Shankar, R. (2003), "On-line trust building in e-enabled supply chain", *Supply Chain Management: An International Journal*, 8(4), ss.324-334.
- Aguezoul, A., Rabenasolo, B. ve Jolly-Desodt, A. M. (2006), "Multicriteria decision aid tool for third-party logistics providers' selection", *International Conference on Service Systems and Service Management*, Troyes, France, ss.912-916.
- Araz, C., Özfırat, P. M. ve Özkarahan, I. (2007), "An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management", *Computer and Operations Research*, 34(12), ss.3738-3756.
- Ashenbaum, B., Maltz, A. ve Rabinovich, E. (2005), "Studies of Trends in Third-Party Logistics Usage: What Can We Conclude?", *Transportation Journal*, 44(3), ss. 44.
- Atmaca, E. ve Başar, H. B. (2012), "Evaluation of power plants in Turkey using Analytic Network Process (ANP)", *Energy*, 44(1), ss.555-563.
- Azadi, M.ve Saen, R. F. (2011), "A new chance-constrained data envelopment analysis for selecting third-party reverse logistics providers in the existence of dual-role factors", *Expert Systems with Applications*, 38, ss.12231-12236.
- Balaban, Y. ve Baki, B. (2010), "Analitik ağ süreci yaklaşımıyla en uygun katı atık bertaraf sisteminin belirlenmesi: Trabzon ili örneği", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(3), ss.183-193.
- Bhatti, R. S., Kumar, P. ve Kumar, D. (2010), "A Fuzzy AHP model for 3PL selection in Lead Logistics Provider scenarios", *Enterprise Information*

- Systems and Implementing IT Infrastructures: Challenges and Issues*, ss.261-277.
- Bobylev, N. (2011), "Comparative analysis of environmental impacts of selected underground construction technologies using the analytic network process", *Automation in Construction*, 20(8), ss.1030-040.
- Bottani, E. ve Rizzi, A. (2006), "A Fuzzy TOPSIS Methodology to Support Outsourcing of Logistic Services", *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), ss.294-308.
- Cao, J., Cao, G. ve Wang, W. (2007a), "A hybrid MCMD integrated borda function and gray rational analysis for 3PL selection", *Grey Systems and Intelligent Services, IEEE International Conference on*, ss.215-220.
- Cao, J., Wang, W. ve Cao, G. (2007b), "Integration of the Social Welfare Function and TOPSIS Algorithm for 3PL Selection", *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Fourth International Conference on*, ss.596-600.
- Cheng, Eddie. W. L. ve Li, H. (2005), "Analytic Network Process Applied to Project Selection", *Journal of Construction Engineering and Management*, 131, ss.459-466.
- Cheng, Eddie. W. L., Li, H. ve Yu, L. (2005), "The analytic network process (ANP) approach to location selection", *Construction Innovation*, 5, ss.83-97.
- Çakır, E., Tozan, H. ve Vayvay, Ö. (2009), "A method for selecting third party logisticservice provider using fuzzy AHP", *Journal of Naval Science and Engineering*, 5(3), ss.38-5.
- Çelebi, D., Bayraktar, D. ve Bingöl, L. (2010), "Analytical Network Process for logistics management: A case study in a small electronic appliances manufacturer", *Computers & Industrial Engineering*, 58, ss.432-441.
- Dağdeviren, M., Dönmez, N. ve Kurt, M. (2006), "Bir işletmede tedarikçi değerlendirme süreci için yeni bir model tasarımı ve uygulaması", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 21(2), ss.247-255.
- Dyer, Robert F. ve Ernest H. Forman, (1992), "Group decision support with the analytic hierarchy process", *Decision Support Systems*, 8(2), ss.99-124.
- Ecer, F. ve Dündar, S. (2009), "Analitik ağ süreci yöntemiyle cep telefonu seçimi", *Dokuz Eylül Üniv. İşletme Fak. Der.*, 10(2), ss.153-168.
- Efendiğil, T., Önüt, S. ve Kongar, K. (2008), "A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness", *Computers & Industrial Engineering*, 54, ss.269-287.
- Fu, K., Xu, J., Zhang, Q., ve Miao, Z. (2010), "An AHP-based Decision Support Model for 3PL Evaluation", *IEEE, Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, 7th International Conference on, ss.1-6.
- Gencer, C. ve Gürpınar, D. (2007), "Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm", *Applied Mathematical Modelling*, 31(11), ss.2475-2486.



- Govindan, K., Grigore, M. C. ve Kannan, D. (2010), "Ranking of third party logistics provider using fuzzy Electre II", *Computers and Industrial Engineering (CIE) 40th International Conference on*, ss.1-5.
- Guoyi, X. ve Xiaohua, C. (2011), "Research on the third party logistics supplier selection evaluation based on AHP and entropy", *Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC), International Conference on*, ss.788-792.
- Hsu, H. W., Chen, L. T., Hu, A. H. ve Chang Y. M. (2012), "Site selection for carbon dioxide geological storage using analytic network process", *Separation and Purification Technology*, 94, ss.146-153
- Huo, H. ve Wei, Z. (2008), "Selection of third party logistics providers based on modified grey multi-hierarchical evaluation method", *Control and Decision Conference*, ss.2363 – 2368.
- Işıklar, G., Alptekin, E. ve Büyükozan, G. (2007), "Application of a hybrid intelligent decision support model in logistics outsourcing", *Computers & Operations Research*, 34, ss.3701–3714.
- Jharkharia, S. ve Shankar, R. (2007), "Selection of logistics service provider: An analytic network Process (ANP) approach", *International Journal of Management Science*, 35, ss.274 – 289.
- Kumar, M., Vrat, P. ve Shankar, R. (2006), "A multi-objective 3PL allocation problem for fish distribution", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(9), ss.702-715.
- Lang, T. M., Chiang, J. H.ve Lan, L.W. (2009), "Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral", *Computers & Industrial Engineering*, 57, ss.330–340
- Lin, C. T., Chen, C. B. ve Ting, Y. C. (2011) "An ERP model for supplier selection in electronics industry", *Expert Systems with Applications*, 38, ss.1760–1765.
- Liou J. J. H. ve Chuang, Y. T. (2010), "Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing providers", *Expert Systems with Applications*, 37, S.3755–3761.
- Meade, L. ve Sarkis, J. (2002) "A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers", *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(5), ss.283-295.
- Meade, L. ve Sarkis, J. (1999), "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach", *International Journal of Production Research*, 37(2), ss.241-261.
- Min, H. ve Joo, S. J. (2006), "Benchmarking the operational efficiency of third party logistics using data envelopment Analysis", *Supply Chain Management*, 11(3), ss.259–265.
- Qureshi, M. N., Kumar, D. ve Kumar, P. (2007), "Selection of Potential 3PL Services Providers using TOPSIS with Interval Data", *Industrial*

- Engineering and Engineering Management, IEEE International Conference on*, ss.1512-1516.
- Qureshi, M. N., Kumar, P. ve Kumar, D. (2008), "3PL Evaluation and Selection Under a Fuzzy Environment: A Case Study", *The Icfai Journal of Supply Chain Management*, 5(1).
- Ravi, V. (2012), "Selection of third-party reverse logistics providers for End-of-Life computers using TOPSIS-AHP based approach", *International Journal of Logistics Systems and Management*, 11(1), ss.24-37.
- Saaty, Thomas L. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process*, RWS Publ. Pittsburg.
- Saaty, Thomas L. (1996), *The ANP for Decision Making with Dependence and Feedback*, RWS Publications, USA.
- Saaty, Thomas L. (1999), *The Analytic Hierarchy Process for Decision Making*, Kobe, Japan.
- Saaty, T. L. (2001), *Decision Making with Dependence and Feedback, The Analytic Network Process*, RWS Publications, 2nd Edition, Pittsburgh: USA.
- Sarkis, J. (1998), "Evaluating environmentally conscious business practices", *European Journal of Operational Research*, 107, ss.159-174.
- Sarkis J. ve Talluri, S. (2002), "A model for strategic supplier selection", *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), ss.18–28.
- Soh, S. H. (2010), "A decision model for evaluating third-party Logistics providers using fuzzy analytic hierarchy Process", *African Journal of Business Management*, 4(3), ss.339-349.
- Sun, C., Pan, Y. ve Bi, R. (2010), "Study on third-party logistics service provider selection evaluation indices system based on analytic network process with BOCR" , *Logistics Systems and Intelligent Management, International Conference on*, ss.1013–1017.
- Tam, Maggie C. Y. ve Tummala V. M. Rao (2001), "An Application of The AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System", *The International Journal of Management Science*, 29, ss.171-182
- Tang, Q. ve Xie, F. (2008), "A holistic selecting Third-Party Logistics providers in Fourth-Party Logistics", *Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Kunming, ss.1653-1668.
- Thakkar, J., Deshmukh, S. G., Gupta, A. D. ve Shankar, R. (2005), "A hybrid approach using interpretive structural modelling (ISM) and analytic network process (ANP)", *Supply Chain Management: an International Journal*, 6(1), ss.32-46.
- Vijayvargiya, A. ve Dey, A. K. (2010), "An analytical approach for selection of a logistics provider", *Management Decision*, 48(3), ss.403 – 418.
- Yan, J. Y., Chaudhry, P. E. ve Chaudhry, S. S. (2003), "A model of a decision support system based on case-based reasoning for third-party logistics

- evaluation”, *Expert Systems, The International Journal of Knowledge Engineering and Neural Networks*, 20(4), ss.196-207.
- Sheng, X. H., Yang, W. P., Chen, L. H. ve Yang, H. Y. (2012), “Research on the Choice of the Third-Party Reverse Logistics Enterprise Based on the Method of AHP and Goal Programming”, *Advanced Materials Research*, 452-453, ss.581-585.
- Wang, D., Guo W. ve Chen, K. (2008), “A Method of Third-Party Logistics Providers Selection and Transportation Assignments with FAHP and GP”, *IEEE, Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 4th International Conference on*, ss.1-4.
- Wong, J. T. (2012), “DSS for 3PL provider selection in global supply chain: combining the multi-objective optimization model with experts’ opinions”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(3), ss.599-614.
- Ye B. ve Liu, Y. (2011), “Research on selection of third party logistics enterprise based on goal programming”, *Business and E -Government (ICEE), International Conference on*, ss.1-4.
- Yüksel, İ. ve Dağdeviren, M. (2007), “Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm”, *Information Sciences*, 177(16), ss.3364- 3382.
- Zhang, H., Zhang, G. ve Zhou, B. (2007), “Research on Selection of the Third-Party Logistics Service Providers”, *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 251, ss.211-221.
- Zhang, H., Li, X., ve Liu, W. (2006), “An AHP/DEA Methodology for 3PL Vendor Selection in 4PL”, *Computer Supported Cooperative Work in Design II 2005, Lecture Notes in Computer Science*, 3865, 646-655.