



## ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ



Aşır ÖZBEK<sup>a</sup>



Tamer EREN<sup>b</sup>

### Öz

Hizmet sağlayıcılar ya da üçüncü parti lojistik (3PL) firmalar, işletmenin ana faaliyetleri dışında kalan, geleneksel olarak organizasyon içinde yapılan lojistik faaliyetlerin tamamını ya da bir kısmını yerine getiren işletme dışı şirketler olarak tanımlanabilir. Küreselleşen Dünya'da işletmeler, rekabet avantajını kaybetmemek için sürekli iyileştirmeler yapmak durumundadırlar. İyileştirmelerin yapılabileceği faaliyet alanlarının en başında ise lojistik gelmektedir. Bu alanda faaliyet yapan 3PL firmalarıyla işbirliğine gitmek stratejik bir karar almayı gerektirmektedir. Ancak bu tür firmaları seçmek karar sürecine birçok ölçütün dâhil edildiği bir süreci gerektirmektedir ve kolay olmamaktadır.

Bu çalışmada, çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) tekniklerinden analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi birlikte uygulanarak 3PL firma seçimi için bir model geliştirilmiştir. Modelin ölçütleri ve hiyerarşik yapısı uluslararası indeksli dergilerde yayımlanan çalışmalar incelenerek ve konusunda uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Hiyerarşi, dört ana ölçüt ve her ana ölçüt altında dört alt ölçüt olmak üzere toplam yirmi ölçüt ve dört adet seçenekten oluşmaktadır. İkili karşılaştırma matrislerinin verileri, dört kişiden oluşan uzman bir ekip tarafından belirlenmiştir. Ölçütlerin ağırlıkları AHS ile, en uygun 3PL firma seçimi ise TOPSIS ile gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik, Üçüncü Parti Lojistik (3PL), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), TOPSIS, Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV), Hizmet Sağlayıcı.

### SELECTING THE SERVICE PROVIDER THROUGH MULTIPLE-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

#### Abstract

Service providers or third-party logistics providers can be defined as outside firms which carry out some certain parts or the whole of the logistics activities of a business. Businesses choose to work with the 3PL firms for various reasons such as gaining competitive advantage in the global world, focusing on the major activities, reducing the costs and so on.

<sup>a</sup> Öğretim Görevlisi Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, [asirozbek@hotmail.com](mailto:asirozbek@hotmail.com)

<sup>b</sup> Yrd. Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, [tameren@hotmail.com](mailto:tameren@hotmail.com)



However, the selection of the service provider is a complicated decision-making process which involves many factors.

This study focuses on a model used for the selection of 3PL company, developed by combining the analytical hierarchy process (AHP), which is a multiple criteria decision making (MCDM) technique, and the TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) model. The criteria and the hierarchical structure of the model have been determined in the light of the views of the experts and scientific communities by examining numerous articles on evaluation and ranking of 3PL selection published in the international journals.

The hierarchical structure consists of 20 criteria, 4 major ones, each of which is made up of four sub-criteria, and four options. Pairwise comparison matrix data has been determined by an expert team consisting of four people. Criteria weights have been assessed by AHP and the TOPSIS has been used in the selection of the most appropriate 3PL company.

**Keywords:** Logistics, Third-Party Logistics (3PL), Analytic Hierarchy Process (AHP), TOPSIS, Multiple-Criteria Decision Making (MCDM), Service Provider.

## 1. Giriş

İTO tarafından yapılan tanıma göre lojistik: “Üretimde kullanılacak hammaddenin, malzemelerin, mamullerin ve bilginin çıkış noktasından son kullanım noktasına kadar gerekli miktarda, istenen yerde, uygun şartlarda ve istenen zamanda en az maliyetle teslim edilebilmesi için sürecin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi faaliyetlerini kapsar” (2006:14).

Üçüncü parti lojistik (3PL) ise işletmenin ana faaliyetleri dışında kalan, geleneksel olarak organizasyon içinde yapılan lojistik faaliyetlerinin tamamını ya da bir kısmını dış kaynak kullanım (DKK) yoluyla işletme dışında ki sahasında uzmanlaşmış şirketler tarafından yerine getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ashenbaum, vd., 2005:44).

Artan rekabet karşısında avantaj elde etmek isteyen işletmeler; 3PL firmaları ile uzun süreli stratejik ortaklıklar kurmak ya da işbirliğine gitmek istemektedirler. Çünkü işletmeler, küreselleşen Dünyada lojistik süreçlerde maliyetleri düşürmek, iyileştirmeler yapmak, küçülerek esnek bir yapıya kavuşmak, yeni yatırım maliyetinden kurtulmak, yeni teknolojilere sahip olmak ve esas faaliyet alanına yoğunlaşarak kesintisiz müşteri memnuniyetini elde etmeyi hedeflemektedir. Bu ve başka nedenlerden dolayı birçok işletme, lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını gerçekleştirmek için kendi örgüt kültürüne uygun 3PL firmaları ile uzun süreli stratejik ortaklıklar kurmak istemektedir. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için en doğru 3PL firmanın seçilmesi ciddi bir çabayı gerektirmektedir.

İşletmeler için kendi yapılarına uyan 3PL firmayı seçmek, birçok ölçütün sürece dâhil olmasından dolayı çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) problemi olarak görülmektedir. Bu problemi en iyi şekilde çözmek için literatürde yapay zekâ, doğrusal ağırlıklı modeller, istatistiksel yaklaşımlar ve matematiksel programlama gibi birçok yöntem ya tek başına veya hibrid olarak kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmanın amacı; en uygun 3PL firmayı seçmede, işletme yöneticilerinin kolayca uygulayabilecekleri bir modeli ortaya koymaktır. Çalışma, literatür incelemesi ile başlamaktadır. Literatür araştırmasından sonra AHS tanıtılmış ve bu yöntem kullanılarak geliştirilen ulusal ve uluslararası bazı uygulamalara yer verilmiştir. Daha sonra TOPSIS yöntemi kısaca tanıtılarak uygulama alanlarına yer verilmiştir. Son olarak modelin



oluşturulması gerçekleştirilmiştir. Modelin hiyerarşik yapısı dört seviyede oluşturulmuştur. Yapının birinci seviyesinde “en uygun 3PL seçimi”, ikinci seviyede dört adet ana ölçüt, üçüncü seviyede alt ölçütler ve son seviyede ise seçenekler bulunmaktadır. Toplam olarak dört ana ve on altı alt ölçüt olmak üzere 20 ölçütten oluşan bir yapı oluşturulmuştur. Modelin ölçüt ağırlıkları AHS ile belirlenmiştir. TOPSIS yöntemi uygulanarak, AHS ile öncelikleri belirlenen ölçütler kullanılarak en uygun 3PL firma seçimi yapılmıştır. Son bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve bu konuda gelecekte çalışacak olanlara öneriler sunulmuştur.

## 2. Literatür İncelemesi

3PL firma seçim probleminin çözümünde basit tekniklerden, ÇÖKV yöntemlerine kadar birçok teknik literatürde mevcuttur. Ancak literatürde aynı yöntemi temel alan farklı çalışmalara rastlamak mümkün olmasına rağmen her bir çalışma özelde bir işletmenin yapısına ve amacına göre oluşturulduğu için kullanılan yöntem aynı olsa da seçilen ölçütler ve bu ölçütlerin ağırlıklarını oluşturacak temel veriler farklı olabilmektedir. Bunun sonucu olarak model, uygulandığı yere, alana ve kullanılan ölçütlere göre farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu bölümde 3PL firma seçimi konusunda indeksli dergilerde yayımlanan ve ÇÖKV yöntemlerini temel alan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir.

Çakır vd. (2009:38-45), Bhatti vd. (2010:261-277), Chiang ve Tzeng (2009:12-9) en uygun 3PL firma, Kulak ve Kahraman (2005:191-210) ise en iyi nakliye firması seçiminde bulanık analitik hiyerarşi süreci (BAHS) yöntemini kullanmışlardır. Jharkharia ve Shankar (2007:274–289), Meade ve Sarkis (2002:283-295), 3PL firma seçimi, Sun vd. (2010:1013–1017) ise 3PL firmaları değerlendirmek için analitik ağ süreci (AAS) yöntemini uygulamışlardır.

Aguezoul vd. (2006:912–916) ELECTRE (Elimination Et Choice Translating Reality) yöntemini kullanarak 3PL, Govindan vd. (2010:1-5) Electre II yöntemini kullanarak üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) firmayı seçmeyi önermişlerdir.

Veri zarflama analizi (VZA) yöntemini; Hamdan ve Rogers (2008:235–244), 3PL firmalarının lojistik faaliyetlerinin etkinliğini değerlendirmede, Saen (2010:405–410) ise 3PTL firma seçiminde kullanmışlardır. 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 önermişlerdir.

Chen vd. (2003:1961–1966), en uygun rota, taşıma türü ve 3PL firma seçimi gibi dördüncü parti lojistik (4PL) operasyonlarını iyileştirmek için yönlendirilmiş çizge modelini, çözümlemede ise genetik algoritmalar kullanan bir model geliştirmişlerdir. Ko vd. (2006: 440–449), 3PL dağıtım ağı sorununu çözmek için genetik algoritmalar kullanan karma tamsayı programlama (mixed integer programming) yöntemi geliştirmişlerdir. Chen vd. (2001: 603-610), 3PL depolama faaliyetlerini ideal bir şekilde yerine getirmeye yönelik olarak doğrusal programlama modelini önermişlerdir. Araz vd. (2007:3738–3756), bulanık hedef programlama (BHP) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemlerini, 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 sunmuşlardır.

Ying ve Dayong (2005: 431-436), uzman sistemi (expert system) kullanarak e-ticarete dayanan bir 3PL değerlendirme sistemi önermişlerdir. 3PL firma seçiminde; Efendiğil vd. (2008: 269–287) yapay sinir ağları ve bulanık mantığa dayalı iki aşamadan oluşan karma,



Işıklar vd. (2007: 3701– 3714), durum tabanlı çıkarsama (DTÇ), kurala dayalı akıl yürütme (KDAY) ve uzlaşık programlama (UP) yöntemlerinden oluşan hibrid bir model geliştirmişlerdir. Zhou vd. (2011: 2547–2550), en uygun 3PTL işletmeyi seçmek için bulanık kümeleme analiz (fuzzy clustering analysis) yöntemini uygulamışlardır.

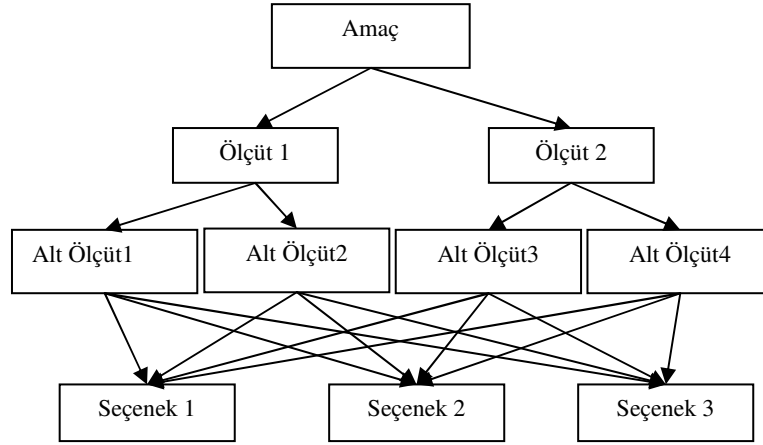
Andersson ve Norrman (2002:3-14), lojistikte DKK hizmetlerinin seçimi ve uygulanması için sekiz maddelik, Aghazadeh (2003: 50–58), 3PL firma seçiminde beş, Vaidyanathan (2005: 89-94 ) ise iki aşamalı bir model önermişlerdir. Xu vd. (2011:56-59), müşteri memnuniyeti temeline dayalı olarak 3PL firma seçim ve değerlendirmesinde etkili olan faktörleri 37 firmadan gelen geçerli 210 adet ankete göre analiz etmişlerdir. Yazarlar analizlerinde faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi yöntemleri yanı sıra SPSS 15.0 ve AMOS 7.0 programlarını kullanmışlardır.

En uygun 3PL firma seçiminde; Cao vd. (2007:215-220), borda fonksiyon teorisi (BFT) ve gri ilişkisel analizi (GİA), Kasture vd. (2008: 41-60), bulanık küme teorisi (BKT) ve AHS, Wangi vd. (2008:1-4), BAHS ve HP yöntemlerinin birlikte kullanıldığı hibrid bir model geliştirmişlerdir. 3PL seçiminde Xiao vd. (2012: 581-585 ) AHS ve HP, Liou ve Chuang (2010: 3755–3761), AAS ve VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje - Çok Ölçütlü Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm), Huo ve Wei (2008:2363–23689), modifiye edilmiş gri çok hiyerarşili (grey multi-hierarchical), AHS ve entropi yöntemini birlikte kullanmışlardır.

### 3. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHS, Thomas L. Saaty (1980) tarafından 1977 yılında, karmaşık problemlerin çözümü için geliştirilen, ekonomik, sosyal ve teknik alanlarda ki birçok problemin çözümü için en yaygın olarak kullanılan ÇÖKV yöntemidir. AHS, birçok seçenek içerisinde belirlenen ölçütler çerçevesinde karar seçeneklerinin önceliklerini belirleyen, kullanımı oldukça kolay olan bir yöntemdir. AHS, nitel ve nicel faktörleri değerlendirebilmenin yanında birçok karar vericinin tercihlerini, deneyimlerini, bilgilerini, sezgilerini ve düşüncelerini de karar sürecine dâhil edebilen doğrusal ağırlıklı bir yöntemdir.

AHS, problemi her biri en az bir ölçütten oluşan hiyerarşik bir yapı içinde tanımlamaktadır. Alt seviyedeki bir ölçütün, üst seviyedeki bir ölçütü etkilediği varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle ikili karşılaştırmalar yoluyla ölçütlerin, bir üst seviyedeki ölçütü ne oranda etkiledikleri belirlenmeye çalışılmaktadır (Saaty, 2000). Yani bir düzeydeki ölçütler, bir üst düzeydeki ölçüt çerçevesinde birbiriyle karşılaştırılmaktadır. AHS'de hiyerarşi en az üç seviyede teşkil edilmektedir. Hiyerarşinin en üst seviyesinde amaç bulunmaktadır. Bir alt seviyede ise ana ölçütler ve varsa ana ölçütlerin bir düzey altında ise alt ölçütler yer almaktadır. En alt basamakta ise seçenekler bulunmaktadır (Saaty, 1994:69-84). 4 düzeyli hiyerarşik yapı Şekil 1'de gösterilmektedir



Şekil 1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHS, bir dizi çok karmaşık ve çok ölçütlü problemlerin çözümünde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Guoyi ve Xiaohua (2011:788-792), 3PL tedarikçi seçimi ve değerlendirmesinde AHS ve entropi yöntemini birlikte kullanmışlardır. Lai vd. (2002:134–144) yazılım seçiminde AHS’ni uygulamışlardır. Zhang vd. (2004:1255–1260), dördüncü parti lojistik (4PL) perspektifinden 3PL firma seçim modeli oluşturmada, Göl ve Çatay (2007:379-384), Tofaş-Fiat fabrikasının otomotiv tedarik zincirinde ihracat parçalarının lojistik operasyonlarını yeniden yapılandırılması ve küresel boyutta 3PL firma seçiminde, Karagül ve Albayrakoğlu (2007), Türk Traktör Fabrikası’nın lojistik faaliyetlerinin yürütülmesinde, Vijayvargiya ve Dey (2010:403–418), en uygun 3PL firma seçiminde, Soh (2010:339-349), Fu vd. (2010:1-6), en uygun 3PL firmasını değerlendirme ve seçmede, Öztürk vd. (2011:93-112), tekstil işletmesinde tedarikçi firma değerlendirmesinde, Bayraktaroğlu ve Özgen (2008:321-341), sosyal sorumluluk konusunda tüketicilerin beklenti önceliklerini belirlemede ve Eleren (2006:405-416), deri sektöründe kuruluş yeri seçimini tespit etmekte AHS yöntemini kullanmışlardır.

#### 4. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Hwang ve Yoon tarafından 1980 yılında geliştirilmiş ve birçok alanda uygulama olanağı bulmuştur (Hwang ve Yoon, 1981:128). Yöntem, robot seçimi, kuruluş yeri seçimi, taşıma sistemlerinin seçimi, tedarikçi seçimi gibi ÇÖKV problemlerinin çözümünde ve endüstride birçok alanda başarıyla uygulanmıştır (Peters ve Zelewski, 2007:1-9). TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm olmak üzere iki temel noktaya dayanmaktadır. Yöntem, pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafedeki seçeneği belirlemeyi amaçlamaktadır. TOPSIS’in uygulanabilmesi için en az iki karar seçeneğinin olması gerekmektedir. TOPSIS uygulamasında ilk yapılması gereken; karar ölçütlerinin araştırılıp tespit edilmesidir. Genel olarak TOPSIS uygulamasında ölçütler arasında fayda (“benefit criteria”) ya da maliyet (“cost criteria”) ayırımı yapılmaktadır (Janic, 2003: 491-512). Bu bakışa göre en iyi ölçüt vurgusu; maliyet cinsi ölçütlerde en küçük (en az maliyet), fayda cinsi ölçütlerde ise en büyük (en büyük fayda) olarak belirlenmektedir. Buna karşılık en kötü ölçüt vurgusu; maliyet ölçütlerinde en büyük (en fazla maliyetli), fayda ölçütlerinde ise en küçük (en az fayda) olarak belirlenmektedir (Cheng ve Wang, 2001: 449-467). TOPSIS yöntem ile tüm seçeneklerin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanmaktadır. Pozitif



ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede olan seçenek en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir (Cheng vd. 2002:983).

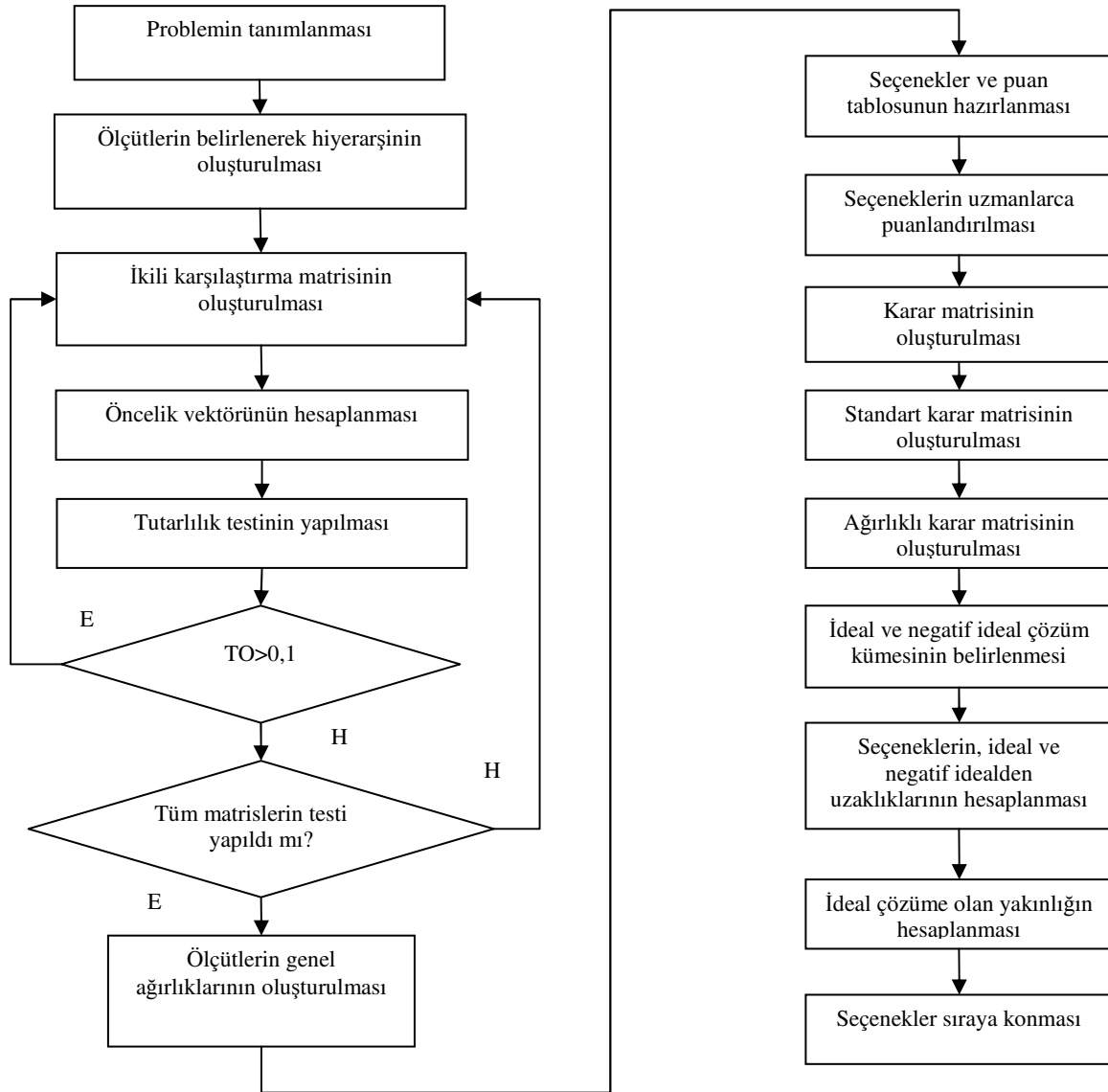
Ölçütlerin ağırlıklarını belirlemeye yönelik olarak TOPSIS yönteminde bir uygulama bulunmamaktadır (Janic, 2003: 491-512). Bu işlem için daha çok 1'den 5'e kadar veya 1'den 9'a kadar ya da daha farklı puan cetveli kullanılmaktadır. Örneğin 1'den 5'e kadar değeri olan puan cetveli kullanıldığında; 1 düşük, 5 ise yüksek öneme sahip olmaktadır. Ayrıca ölçüt önceliklerinin belirlenmesinde, AHS ve analitik ağ süreci (AAS) gibi yöntemleri kullanmak mümkün olmaktadır. Karar seçenekleri ve değerlendirme ölçütleri belirlendikten sonra  $m$  adet ölçüt ( $C_j, j=1, \dots, m$ ) ve  $n$  adet seçenekten ( $A_i, i= 1, \dots, n$ ) oluşan karar matrisi oluşturulmalıdır (Hwang ve Yoon , 1981:128).

Qureshi vd. (2007:1512-1516), TOPSIS'i (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) aralıklı verilerle (interval data), Qureshi vd. (2008:38-53) ise üçgen bulanık sayılarla (triangular fuzzy numbers) 3PL firma seçiminde kullanmışlardır. Bottani ve Rizzi (2006:294-308), 3PL firma seçiminde bulanık TOPSIS'i kullanan bir model önermişlerdir.

Cao vd. (2007:596-600) 3PL seçiminde sosyal refah fonksiyonu (SRF) teorisi ve TOPSIS, Ravi (2012: 24-37) ise 3PTL seçiminde AHS ve TOPSIS yöntemlerini temel alan bir model önermişlerdir. Kannan vd. (2009: 28–36), en iyi 3PTL firmayı seçmek ve yönetmek için yorumlayıcı yapısal modelleme (YYM) ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanan bir model geliştirmişlerdir. Xi ve Zhang (2011:107-110) personel seçiminde, Zeydan vd. (2011:2741–2751) tedarikçi değerlendirmesi ve seçiminde bulanık TOPSIS yaklaşımını uygulamışlardır.

## 5. AHP-TOPSIS Tabanlı Modelin Geliştirilmesi

Bu problemi ÇÖKV tekniklerden olan AHS ve TOPSIS ile çözmek için Şekil 2'deki akış şemasında belirtilen işlem adımları uygulanmıştır. Ölçütlerin ağırlıklarını belirlemede AHS, belirlenen ağırlıkları kullanarak seçeneklerin nihai sıralamasını gerçekleştirmede ise TOPSIS yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 2. AHS-TOPSIS Tabanlı Karar Modelinin Akış Şeması

### 5.1. Problemin Tanımlanması

Problemin AHS-TOSIS ile çözümlenip çözülmeyeceğinin öncelikle belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan literatür araştırmaları, geçmiş deneyimler ve uzman görüşleri doğrultusunda bu problemin AHS-TOSIS ile çözülebileceği belirlendikten sonra problem, ilk önce çözülebilir alt problemlere ayrılmalı ve daha sonra alt problemlerin çözüm adımları birleştirilerek genel bir çözüm algoritması oluşturulmalıdır (Saaty, 1994:69-84). Ayrıca bu aşamada karar için gerekli olan ölçütlerin ve seçeneklerin, ölçütlere göre değerlendirileceği puan tablosunun da belirlenmesi gerekmektedir.

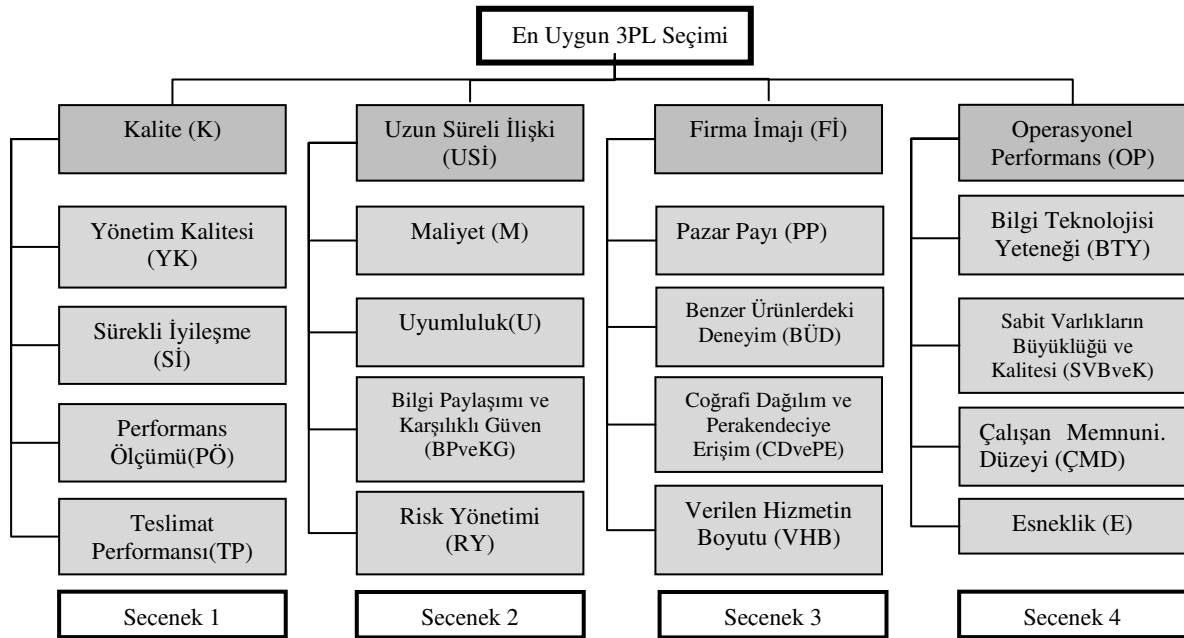
### 5.2. Hiyerarşinin Oluşturulması

Hiyerarşi, problemi en iyi şekilde temsil edecek şekilde çok dikkatli ve titiz bir çalışma sonucunda oluşturulmalıdır. Hiyerarşi, sonucu belirleyici önemde etkilediği için



doğru olarak oluşturulması önem taşımaktadır (Saaty, 1994:69-84). Oluşturulan hiyerarşik yapının en tepe noktasında amaç yer almalıdır. Yapı oluşturulurken amacın doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Hiyerarşi oluşturulurken ve ölçütler belirlenirken değişik kurum, kuruluş ve uzmanların görüşlerinden, yayınlarından ve web sitelerinden faydalanılması doğru tasarım ve seçim için önemli bir adım olmaktadır (Saaty, 1994:69-84). Hiyerarşik yapıda ölçütlerin her kümesi bir hiyerarşi düzeyini oluşturmaktadır.

Amaç belirlendikten sonra bir alt seviyede amacı etkileyen ölçütler ve varsa daha alt seviyede de alt ölçütler yer almalıdır. Özellikle sonucu etkileyecek ölçütlerin sayısının ve hiyerarşinin hangi seviyesinde konumlanacağını doğru belirlenmesi ve her bir ölçütün tanımlarının en ince ayrıntılarına kadar yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı yapılabilmesi açısından önemli olmaktadır. Seçenekler ise hiyerarşinin en alt seviyesinde bulunmalıdır. Ölçütler belirlenirken anket çalışması yapılabilmektedir. Modelimiz, Şekil 3’de gösterildiği gibi dört ana olmak üzere on altı alt ölçüt ve dört adet seçenektir.



Şekil 3. 3PL Firma Seçim Hiyerarşi Yapısı

Hiyerarşik yapı, farklı açılardan hiyerarşik yapının duyarlılığının sınanabilmesi için yeni ölçütlerin hiyerarşiye katılmasına ya da mevcut ölçütlerden daha az önemli görülenlerin sürecin dışına çıkarılmasına veya problemin farklı bakış açılarıyla tekrar tanımlanmasına olanak tanınmalıdır.

### 5.3. Ana Ölçütlerin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması AHS'nin en çok dikkat edilmesi gereken aşamasıdır. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken hiyerarşik yapıda bir düzeyde yer alan ölçütler, bir üst ölçüt bağlamında ikili olarak birbiriyle karşılaştırılmaktadır. AHS'de ölçütlerin değerlendirilmesi birçok ölçüt göz önüne alınarak ikili karşılaştırma yargısı  $a_{ij}$  ile belirlenir. İkili karşılaştırma yargısı  $a_{ij}$  ile bir üst düzeydeki ölçüte göre  $i$  ve  $j$  ölçütlerinin göreceli önemi belirlenmektedir. Yani  $a_{ij}$  değeri, göz önüne alınan ölçüt bağlamında, ölçüt  $i$ , diğer bir ölçüt  $j$ 'ye göre ne oranda





tercih edilmelidir sorusunun cevabı olmaktadır. Seçeneklerin karşılaştırılması, her bir ölçüte göre ayrı ayrı yapılmalı ve bunun neticesi olarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen Tablo 1’de gösterilen 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılmaktadır (Saaty, 1980).

Karşılaştırmalar, ikili karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılmalıdır.  $a_{ij}$ ,  $i$ . özellik ile  $j$ . özelliğin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa,  $a_{ji}$  değeri,  $1/a_{ij}$  eşitliğinden elde edilir (Tablo 2). Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denmektedir (Saaty, 1999).

Tablo 1. Karşılaştırma Ölçek Değerleri ve Açıklama

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.

Kaynak: Saaty .1994. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process, s. 26.

Örneğin  $a_{23}$  elemanının değeri 5 ise  $a_{32}$  değeri,  $1/a_{23}$  eşitliğinden dolayı  $1/5$ , yani 0,2 değerini almaktadır.

Tablo 2. AHS’de İkili Karşılaştırma Matrisi

A	Eleman <sub>1</sub>	Eleman <sub>2</sub>	Eleman <sub>3</sub>	...	Eleman <sub>n</sub>
Eleman <sub>1</sub>	1	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1n}$
Eleman <sub>2</sub>	$a_{21}=1/a_{12}$	1	$a_{23}$	...	$a_{2n}$
Eleman <sub>3</sub>	$a_{31}=1/a_{13}$	$a_{32}=1/a_{23}$	1	...	$a_{3n}$
...	...	...	...	1	...
Eleman <sub>n</sub>	$a_{n1}=1/a_{1n}$	$a_{n2}=1/a_{2n}$	$a_{n3}=1/a_{3n}$	...	1

*Karar modelinde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken işlem akışı şu şekilde olmuştur:*

- Ana ölçütlerin sonuca yönelik olarak etkilerini belirlemek için ana ölçütler arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.
- Her bir ana ölçüt altındaki alt ölçütlerin, ana ölçüte göre önemlerini belirlemek için toplam olarak dört adet ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3’de ana ölçütlerin sonucu hangi oranda etkilediklerini gösteren matris verilmiştir. Matrisi oluşturan veriler, işletmenin dört uzmanın verdiği cevapların geometrik ortalaması alınarak belirlenmiştir (Dyer, 1992:99-124). Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini normalleştirmek için matristeki her eleman (1) nolu formüle göre kendi sütun toplamına bölünmektedir.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$



Normalleştirilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olmaktadır. Daha sonra normalleştirilmiş matrisin (2) nolu formüle göre her bir satır toplamı, boyutuna bölünerek ortalaması alınmaktadır.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n a'_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Hesaplanan bu değerler her bir ölçüt için bulunan önem ağırlıklarını oluşturmaktadır. Bu ağırlıklar **öncelik vektörü** olarak adlandırılmaktadır.

Tablo 3. Ana Ölçütlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

En Uygun 3PL	K	USİ	Fİ	OP	ÖV
K	1,000	2,500	3,000	1,565	0,423
USİ	0,400	1,000	0,778	0,707	0,158
Fİ	0,333	1,286	1,000	0,562	0,162
OP	0,639	1,414	1,779	1,000	0,257

TO=0,010

Karar verici, ölçütler arasındaki karşılaştırma yargısı sonucu belirlediği değerler ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olup olmadığını ölçmelidir. İkili karşılaştırma yargısı sonucunda oluşan bir A matrisinin, tutarlı olup olmadığını belirleyebilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan **tutarlılık indeksi** (Tİ - CI: Consistency Index) adı verilen katsayının hesaplanması gerekmektedir. Tİ'i (3) nolu formüle göre hesaplanmaktadır (Saaty, 1994:69-84).

$$TI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Tİ değerini hesaplayabilmek için ilk önce özdeğer olarak nitelendirilen  $\lambda_{max}$  hesaplanmaktadır. Özdeğer, (4) nolu formüle göre hesaplanmalıdır. İkili karşılaştırma matrisinin tam tutarlı olması durumunda özdeğer adı geçen matrisin boyutuna eşit olmalıdır (Saaty, 1994:69-84).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j}{w_i} \right] \quad (4)$$

Ayrıca tutarlılığı değerlendirebilmek için **rassal indeks** (Rİ) değerinin bilinmesi gerekmektedir. Her bir matris boyutu  $n$  için karşılık gelen Rİ değeri Tablo 4'de verilmiştir. Örneğin boyutu 7 olan ikili karşılaştırma matrisi için Rİ değeri Tablo 4'de 1,32 olarak gösterilmektedir.

Tablo 4. 1–15 Boyutundaki Matrisler İçin Rİ

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59



Tİ ve Rİ belirlendikten sonra **tutarlılık oranı** (TO) aşağıdaki (5) nolu formüle göre hesaplanmaktadır.

$$TO = \frac{T\bar{I}}{R\bar{I}} \quad (5)$$

TO, 0,10'un altında çıkınca oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilmektedir. Bu oranın aşılması durumunda matrisin tutarsız olduğu kanaatine varılarak ikili karşılaştırma matrisinin farklı değerlerle yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Saaty, 1980).

Ana ölçütlerin sonuca olan etkilerini gösteren ikili karşılaştırma matrisinin (Tablo 3) TO, 0,010 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, 0,1'den küçük olduğu için matrisin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Matrislerin TO'ları, ilgili tablonun altında verilmektedir.

Ana ölçütlerin, ikili karşılaştırılması sonucunda en uygun 3PL firma seçiminde % 42 ile **kalitenin** en önemli ölçüt olduğu görülmüştür (Tablo 3).

#### 5.4. Alt Ölçütlerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Bu kısımda alt ölçütlerin ana ölçüte göre etkilerini belirleyebilmek için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Toplamda dört adet matris oluşturulmuştur. Tablo 5'de kalite ölçütü altındaki alt ölçütlerin kalite ölçütüne olan etkilerini gösteren matris verilmiştir.

Tablo 5. Alt Ölçütlerin Kaliteye Göre Karşılaştırılması

Kalite	YK	Sİ	PÖ	TP	ÖV
YK	1,000	0,833	0,200	1,000	0,129
Sİ	1,200	1,000	0,319	2,449	0,204
PÖ	5,000	3,135	1,000	3,464	0,546
TP	1,000	0,408	0,289	1,000	0,121

$$TO=0,032$$

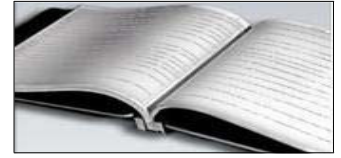
**Kalite** altındaki alt ölçütler içerisinde **performans ölçümü** (PÖ) ölçütünün, kaliteye % 55 ile etki eden en önemli ölçüt olduğu tespit edilmiştir.

**Uzun süreli ilişki** (USİ), **firma imajı** (Fİ) ve **operasyonel performans** (OP) kümesindeki alt ölçütlerin de bir üst ölçüte göre ağırlıkları belirlenmelidir. Tablo 6'da alt ölçütlerin ağırlıkları verilmektedir.

#### 5.5. Genel Ağırlıkların Bulunması

Ana ölçütlerin ağırlıklarıyla alt ölçütlerin ağırlıkları çarpılarak genel ölçüt ağırlıkları elde edilmiştir. Örneğin yönetim kalitesi (YK) ölçütü için genel ağırlık şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Genel Ağırlık}_{YK} = 0,403 * 0,123 * 100 = 4,957$$



Tablo 6. Ölçütlerin Ağırlıkları

Ana Ölçütler	Ana Ölçüt Ağırlıkları	Alt Ölçütler	Alt Ölçüt Ağırlıkları	Faktör Ağırlıkları
Kalite	0,423	YK	0,129	5,457
		Sİ	0,204	8,629
		PÖ	0,546	23,096
		TP	0,121	5,118
Uzun Süreli İlişki	0,158	M	0,450	7,110
		U	0,154	2,433
		BPveKG	0,179	2,828
		RY	0,217	3,429
Firma İmajı	0,162	PP	0,418	6,772
		BÜD	0,093	1,507
		CDvePE	0,305	4,941
		VHB	0,184	2,981
Operasyonel Performans	0,257	BTY	0,391	10,049
		SVBveK	0,166	4,266
		ÇMD	0,350	8,995
		E	0,093	2,390
<b>Toplam</b>				<b>100,000</b>

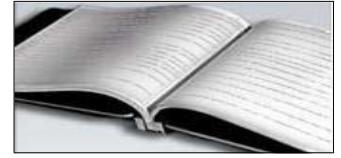
Tablo 6’da görüleceği gibi genel ağırlığı en yüksek olan ölçüt, % 23 ile PÖ olmuştur. Önemi en az olan ölçüt ise % 1,5 ile **benzer ürünlerdeki deneyim** (BÜD) ölçütü olmaktadır.

### 6. TOPSIS İle 3PL Firmalarının Sıralanması

3PL firma seçiminde kullanılan ölçütlerin ağırlıkları AHS yöntemiyle belirlendikten sonra dört adet 3PL firması, lojistik hizmet almak isteyen firmanın dört farklı lojistik uzmanı tarafından Tablo 7’de belirtilen puan cetveline göre değerlendirilmiştir. Dört farklı uzman tarafından verilen puanların geometrik ortalaması alınarak her bir 3PL firmasının önceliği belirlenmiştir.

Tablo 7. Puan Cetveli

Değer Tanımı	Rakamsal Değer
Çok Çok Zayıf	1
Çok Zayıf	2
Zayıf	3
Ortanın Altı	4
Orta	5
Ortanın Üstü	6
İyi	7
Çok İyi	8
Çok Çok İyi	9



### 6.1. Karar Matrisinin Oluşturulması

Şekil 4’de D ile gösterilen **karar matrisi**, karar vericiler tarafından sürecin başlangıcında oluşturulan matrisidir. D karar matrisindeki  $d_{ij}$ , i alternatifin j ölçütüne göre gerçek değerini göstermektedir (Rao, 2008: 441-451). Karar matrisinde 3PL firmaları A, B, C ve D harfleriyle tanımlanmıştır. Tablo 8’de görüldüğü gibi matrisin satırları seçenekleri yani 3PL firmalarını, sütunları ise değerlendirme ölçütlerini göstermektedir.

$$D_{ij} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ A_1 & d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ A_2 & d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_i & d_{i1} & d_{i2} & \dots & d_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_n & d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{matrix}$$

Şekil 4. Karar Matrisi

Karar matrisi, hizmet alacak firmanın uzmanlarının verdiklere puanlar ve puanların geometrik ortalaması alınarak teke indirilen değerlerin yerine konmasıyla oluşturulmuştur (Tablo 8). Örneğin; **Firma imajı** kümesi altında **coğrafi dağılım ve perakendeciye erişim** (CDvePE) ölçütüne, A lojistik firması için uzmanlar 5, 5, 6 ve 7 puanlarını vermişlerdir. Bu değerlerin geometrik ortalaması ise şu şekilde hesaplanmıştır:

$$CDvePE_A = \sqrt[4]{5 \times 5 \times 6 \times 7} = 5,692$$

Tablo 8. Karar Matrisi (D)

	YK	Si	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
<b>A</b>	6,000	5,733	5,692	5,856	5,21	6,481	6,236	5,692	6,701	5,233	5,692	5,692	5,733	5,595	5,180	6,481
<b>B</b>	5,692	5,477	5,733	6,192	6,74	6,192	6,481	5,477	6,192	6,000	5,826	6,160	6,236	6,192	5,916	5,958
<b>C</b>	6,964	7,200	6,192	6,964	4,16	6,402	6,964	5,958	6,701	7,200	6,964	6,735	6,701	6,481	6,620	6,481
<b>D</b>	4,229	4,162	4,162	4,120	6,93	4,229	4,949	3,936	4,949	4,606	5,477	3,936	5,233	4,356	4,229	5,000

### 6.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması (Normalize Karar Matrisi)

Karar matrisi oluşturulduktan sonra (6) nolu formül kullanılarak D matrisinin elemanlarından normalleştirilmiş karar matrisi (R) elde edilmektedir (Hwang ve Yoon, 1981:131). D matrisindeki her bir sütuna ait değerlerin kareleri toplamının karekökü alınarak ilgili elemana bölünmesiyle, matris normalleştirilmiş olmaktadır. D matrisinin her hangi bir elemanın değeri 0 ise R matrisinin de ilgili elemanın değeri 0 olmaktadır.



$$\forall d_{ij} \neq 0 : r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n d_{kj}^2}} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m \quad (6)$$

$$\forall d_{ij} = 0 : r_{ij} = 0 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m$$

Örneğin R matrisinin  $r_{1,1}$  elemanının değeri şu şekilde hesaplanmıştır:

$$r_{1,1} = \frac{6}{\sqrt{6^2 + 5,69^2 + 6,96^2 + 4,23^2}} = 0,517$$

Bu işlemlerin sonucunda  $r_{i,j}$  elemanlarından oluşan standartlaştırılmış (normalize edilmiş) R matrisi (Tablo 9) oluşturulmaktadır:

Tablo 9. Standartlaştırılmış (normalize) Karar Matrisi (R)

	YK	Sİ	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
A	0,517	0,499	0,518	0,498	0,444	0,549	0,503	0,535	0,542	0,448	0,473	0,497	0,478	0,490	0,466	0,539
B	0,490	0,477	0,521	0,527	0,574	0,525	0,522	0,514	0,501	0,514	0,484	0,538	0,520	0,542	0,532	0,496
C	0,600	0,627	0,563	0,593	0,354	0,543	0,561	0,560	0,542	0,616	0,579	0,588	0,558	0,567	0,596	0,539
D	0,364	0,362	0,378	0,351	0,590	0,358	0,399	0,370	0,401	0,394	0,455	0,344	0,436	0,381	0,380	0,416

### 6.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada AHS yöntem ile belirlenen ölçütlerin ağırlıkları  $w_i$ , **standart karar matrisinin** (R) her bir sütunu ile çarpılarak **ağırlıklı standart karar matrisi** (V) elde edilmektedir. Değerlendirme ölçütlerinin ağırlık değerleri toplamı (7) nolu formüle göre 1 olmalıdır (Rao, 2008: 441-451).

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (7)$$

**Ağırlıklı standart karar matrisi** (V)'nin oluşum şekli aşağıda Şekil 5'de gösterilmiştir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_m r_{1m} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_m r_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{n1} & w_2 r_{n2} & \dots & w_m r_{nm} \end{bmatrix}$$

Şekil 5. Standart Karar Matrisi İle Ölçüt Ağırlıklarının Çarpılması



Örneğin  $v_{1,1}$  elemanının değeri YK ( $w_1$ ) ölçütünün ağırlığı olan 5,457 (Tablo 6) ile **standartlaştırılmış (normalize) karar matrisi (R)**'nin ilgili elemanı olan  $r_{1,1}$ 'in değeri olan 0,517 ile çarpılması sonucu belirlenmektedir. Çarpma işlemi aşağıda gösterilmiştir.

$$v_{1,1} = w_1 * r_{1,1} = 5,457 * 0,517 = 2,821$$

Ölçütlerin ağırlık değerleri  $w_i$  ile **standart karar matrisinin (R)** her bir sütununun çarpılması sonucu oluşan **ağırlıklı standart karar matrisi (V)** Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V)

	YK	SI	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
<b>A</b>	2,821	4,306	11,964	2,549	3,157	1,336	1,423	1,834	3,670	0,675	2,337	1,481	4,803	2,090	4,192	1,288
<b>B</b>	2,674	4,116	12,033	2,697	4,081	1,277	1,476	1,762	3,393	0,774	2,391	1,604	5,225	2,312	4,785	1,185
<b>C</b>	3,274	5,411	13,003	3,035	2,517	1,321	1,587	1,920	3,670	0,928	2,861	1,753	5,607	2,419	5,361	1,288
<b>D</b>	1,986	3,124	8,730	1,797	4,195	0,871	1,128	1,269	2,715	0,594	2,248	1,025	4,381	1,625	3,418	0,994

#### 6.4. İdeal ( $A^*$ ) ve Negatif İdeal ( $A^-$ ) Çözümlerin Oluşturulması

Ağırlıklı standart karar matrisi (V)'den pozitif ideal ve negatif ideal adında iki farklı sanal çözüm kümesi üretilmektedir. Değerlendirme ölçütleri fayda cinsinden (maksimizasyon yönlü) ise ideal çözüm  $A^*$ , ağırlıklı karar matrisinin en iyi performans değerlerinden yani her bir sütun değerlerinin en büyüklerinden oluşurken; negatif ideal çözüm  $A^-$ , en düşük değerlerden oluşmaktadır. Şayet değerlendirme ölçütleri maliyet cinsinden (minimizasyon yönlü) ise bu durumda ideal çözüm  $A^*$ , ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin sütun değerlerinin en küçüklerinden oluşurken, negatif ideal çözüm  $A^-$ , en büyük değerlerinden oluşmaktadır.

İdeal çözümler, (8) ve (9) nolu eşitliği kullanarak hesaplanabilmektedir. Her iki formülde de  $J$ , fayda (maksimizasyon),  $J'$  ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir (Yurdakul ve İç, 2005: 4609-4641).

İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formüllerde gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ \left( \max_i \{v_{ij} | j \in J\} \right), \left( \min_i \{v_{ij} | j \in J'\} \right) \right\} i = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_m^*\}$$

$$A^- = \left\{ \left( \min_i \{v_{ij} | j \in J\} \right), \left( \max_i \{v_{ij} | j \in J'\} \right) \right\} i = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_m^-\}$$

$$J = \{j = 1, \dots, m | \text{ölçütler fayda türünden}\}$$

$$J' = \{j = 1, \dots, m | \text{ölçütler maliyet türünden}\}$$

$$J \cap J' = \emptyset \wedge J \cup J' = \{1, \dots, m\}$$



Değerlendirme ölçütünün türü ne olursa olsun,  $A^*$  en iyi seçeneği yani ideal çözümü,  $A^-$  ise en kötü seçeneği ya da negatif ideal çözümü göstermektedir. İdeal ve negatif ideal çözüm kümesi toplam olarak  $m$  adet değerlendirme ölçütünden oluşmaktadır. Puan cetveline (Tablo 7) göre puan değeri arttıkça ideal olana yaklaşıldığı için, uzmanlar değerlendirme yaparken bu noktayı dikkate almaktadırlar. Dolayısıyla ideal çözüm kümesi  $A^*$  için Tablo 10'dan yüksek değerlerin seçilmesi gerekmektedir. Negatif ideal çözüm kümesi  $A^-$  içinse Tablo 10'dan düşük değerlerin seçilmesi gerekmektedir. İdeal ve negatif ideal çözüm kümesi Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Kümesi

	YK	SI	PÖ	TP	M	U	BPveKG	RY	PP	BÜD	CDvePE	VHB	BTY	SVBveK	ÇMD	E
$A^*$	3,274	5,411	13,003	3,035	4,195	1,336	1,587	1,920	3,670	0,928	2,861	1,753	5,607	2,419	5,361	1,288
$A^-$	1,986	3,124	8,730	1,797	2,517	0,871	1,128	1,269	2,715	0,594	2,248	1,025	4,381	1,625	3,418	0,994

### 6.5. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir seçenek  $A_i$  için ideal ayırım  $S_i^*$  ve negatif ideal ayırım  $S_i^-$  olarak adlandırılan iki ayırım ölçüsü hesaplanmaktadır. Bu ayırım ölçüsü öklid ayırımı olarak adlandırılmaktadır.  $J$  seçeneğinin ideal çözümden uzaklığı ideal ayırım  $S_i^*$  (10) nolu ve negatif ideal çözümden uzaklığı negatif ideal ayırım  $S_i^-$  ise (11) nolu formül kullanılarak hesaplanmaktadır (Peters ve Zelewski, 2007:1-9).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (10)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (11)$$

Burada hesaplanacak  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  sayısı seçenek sayısı kadar olmaktadır.  $S_i^*$  her bir seçeneğin ( $A_i$ ) öklid anlayışına göre ideal çözümden uzaklığını,  $S_i^-$  ise her bir seçeneğin ( $A_i$ ) negatif ideal çözümden uzaklığını göstermektedir (Triantaphyllou, 2000:139-140). İdeal ve negatif ideal çözüm kümesi, toplam olarak  $m$  adet değerlendirme ölçütünden oluşmaktadır.





$S_2^*$  için hesaplama aşağıdaki gibi yapılmıştır:

$$S_2^* = \sqrt{\begin{matrix} (2,674 - 3,274)^2 + (4,116 - 5,411)^2 + (12,033 - 13,003)^2 + (2,697 - 3,035)^2 \\ + (4,081 - 4,195)^2 + (1,277 - 1,336)^2 + (1,476 - 1,587)^2 + (1,762 - 1,920)^2 \\ + (3,393 - 3,670)^2 + (0,774 - 0,928)^2 + (2,391 - 2,861)^2 + (1,604 - 1,753)^2 \\ + (5,225 - 5,607)^2 + (2,312 - 2,419)^2 + (4,785 - 5,361)^2 + (1,185 - 1,288)^2 \end{matrix}} = 1,997$$

$S_2^-$  için hesaplama aşağıdaki gibi yapılmıştır:

$$S_2^- = \sqrt{\begin{matrix} (2,674 - 1,986)^2 + (4,116 - 3,124)^2 + (12,033 - 8,730)^2 + (2,697 - 1,797)^2 \\ + (4,081 - 2,517)^2 + (1,277 - 0,871)^2 + (1,476 - 1,128)^2 + (1,762 - 1,269)^2 \\ + (3,393 - 2,715)^2 + (0,774 - 0,594)^2 + (2,391 - 2,248)^2 + (1,604 - 1,025)^2 \\ + (5,225 - 4,381)^2 + (2,312 - 1,625)^2 + (4,785 - 3,418)^2 + (1,185 - 0,994)^2 \end{matrix}} = 4,482$$

### 6.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

İdeal ve negatif ideal ayırım ölçüleri kullanılarak her bir seçenek için ideal çözüme olan göreli yakınlığı  $C_i^*$  hesaplanmaktadır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payı olmaktadır. Aşağıdaki (12) nolu formüle göre ideal çözüme göreli yakınlık değeri hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (12)$$

$C_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır ve  $C_i^* = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $C_i^* = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir. İdeal çözüme en yakın mesafede bulunan seçenek en uygun seçenek olarak belirlenmektedir (Triantaphyllou, 2000:139-140).

$C_2^*$  değeri için hesaplama şu şekilde yapılmıştır:

$$C_2^* = \frac{S_2^-}{S_2^- + S_2^*} = \frac{4,482}{4,482 + 1,997} = 0,692$$

(12) nolu formül, tüm seçenekler için uygulandıktan sonra ortaya Tablo 12’de görülen sonuç çıkmaktadır.

Tablo 12. Ayırım Ölçüleri ve Göreli Yakınlık

Konut	$S_i^*$	$S_i^-$	$C_i^*$	Sıralama
A	2,527	4,045	0,615	3
B	1,997	4,482	0,692	2
C	1,678	5,953	0,780	1
D	5,954	1,678	0,220	4

Çıkan sonuçlar büyüklük sırasına göre dizildiği zaman, sıralamanın C, B, A ve D şeklinde olduğu görülmektedir. Yani en uygun seçeneğin C olduğu, 2. uygun seçeneğin ise B olduğu anlaşılmaktadır.



## 7. Sonuç ve Öneriler

Rekabetin şiddetlendiği günümüz dünyasında işletmeler, varlıklarını sürdürebilmek için sürekli kendilerini yenilemeleri gerekmektedir. Yenilemenin bir yolu da geleneksel olarak işletme içinde yürütülen lojistik faaliyetlerin, 3PL diye adlandırılan sahasında uzman işletmelere devredilmesidir. Böylece; hizmet alan işletme, yeni teknoloji kullanım imkânına kavuşmaktadır. Ancak uzun süreli işbirliğine gidilecek bu tür firmaları belirlemek işletme yöneticileri için kolay olmamaktadır. Çoğu işletmeler, bu tür kararları alırken geleneksel yollara başvurmaktadır. Bunun sonucu olarak da başarısız sonuçlar almak olası olmaktadır. Bu nedenle işletmeler, bu tür stratejik kararlar alırken bilimsel yöntemler uygulamak durumunda kalmaktadır.

Bu çalışmada; bir işletme için en uygun 3PL firmayı seçmede bilimsel temellere dayanan ve kullanımı kolay olan karar verme modeli geliştirilmiştir. Karar modeli, AHP-TOPSIS yöntemini temel alan ve uygulaması kolay olan hibrid bir model olmaktadır. Modelin hiyerarşik yapısı ve kullanılan ölçütler, literatür taraması ve işletmedeki uzmanların görüşleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Hiyerarşi, dört ana ölçüt ve her ana ölçüt altında dört alt ölçüt olmak üzere toplam yirmi ölçüt ve dört adet seçenekten oluşmaktadır.

Ölçütlerin ağırlıklarını belirlemede AHP ve seçenekler arasındaki nihai sıralamanın yapılmasında ise TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır. En uygun 3PL firma seçim modelinde; **performans ölçümü** (PÖ) ölçütünün % 23 ile en etkili ölçüt olduğu belirlenmiştir. Karar sürecinde **benzer ürünlerdeki deneyim** (BÜD) ölçütünün ise % 1,5 ile etkisinin oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Uygulamanın yapıldığı işletme için en uygun 3PL firmasının C seçeneği olduğu belirlenmiştir. İşletmenin stratejik işbirliğine kesinlikle gitmemesi gereken firmanın D seçeneği olduğu anlaşılmıştır.

Karar modeli, işletme yöneticileri tarafından büyük oranda benimsenmiştir. Model, özel yazılımlara ihtiyaç olmadan uygulanabilen ve gerektiği zaman uzmanların yargılarının değiştirmesine fırsat veren bir yapıda oluşturulmuştur.

Bu konuda ileride yapılacak çalışmalarda AHS yönteminin sürece katılan ölçütler arasındaki etkileşimleri dikkate almamasından dolayı ölçütler arasındaki etkileşimleri dikkate alan AAS yöntemi ya da karar verme sürecindeki belirsizlikleri ayıklamak için bulanık küme teorisi ile model geliştirilebilir.

## Kaynakça

- Aghazadeh, S. M. (2003). “How to Choose an Effective Third Party Logistics Provider”, *Management Research News*, 26(7), 50–58.
- Aguezoul, A., B. Rabenasolo and A. M. Jolly-Desodt. (2006). “Multicriteria decision aid tool for third-party logistics providers’ selection”, *International Conference on Service Systems and Service Management*, Troyes, France, 912–916.
- Andersson, D. and A. Norrman. (2002). “Procurement of logistics services—a minutes work or a multi-year project?”, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 8(1), 3–14.
- Araz, C., P. M. Özfirat and İ. Özkarahan. (2007). “An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management”, *Computer and Operations Research*, 34(12), 3738–3756.
- Ashenbaum, B., A. Maltz and E. Rabinovich. (2005). “Studies of Trends in Third-Party Logistics Usage: What Can We Conclude?”, *Transportation Journal*, 44(3), 44.



- Azadi, M. and R. F. Saen. (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, 12231–12236.
- Bardi, Edward J., C. John Langley and John Joseph. Coyle. (2002). “The management of Business Logistics”, *A Supply Chain Perspective*, 24.
- Bayraktaroğlu, G. ve Ö. Özgen. (2008). “Sosyal sorumluluk konusunda tüketicilerin beklentileri: analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile önceliklerin belirlenmesi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 321-341.
- Bhatti, R. S., P. Kumar and D. Kumar. (2010). “A Fuzzy AHP model for 3PL selection in Lead Logistics Provider scenarios”, *Enterprise Information Systems and Implementing IT Infrastructures: Challenges and Issues*, 261-277.
- Bottani, E. and A. Rizzi. (2006). “A Fuzzy TOPSIS Methodology to Support Outsourcing of Logistic Services”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), 294-308.
- Cao, J., W. w. Wang and G. Cao. (2007). “Integration of the Social Welfare Function and TOPSIS Algorithm for 3PL Selection”, *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Fourth International Conference on*, 596-600.
- Cao, J., G. Cao and W. Wang. (2007). “A hybrid MCMD integrated borda function and gray rational analysis for 3PL selection”, *Grey Systems and Intelligent Services, IEEE International Conference on*, 215-220.
- Chen, F. Y., S. H. Hum and J. Sun. (2001). “Analysis of third-party warehousing contracts with commitments”, *European Journal of Operational Research*, 131(3), 603-610.
- Chen, J., S. Wang, X. Li and W. Liu. (2003). “Directed graph optimization model and its solving method based on genetic algorithm in fourth party Logistics”, *IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics*, 2,1961–1966.
- Cheng, M. F. ve R.T. Wang. (2001). “Considering the financial ratios on the performance evaluation of highway bus industry”, *Transport Reviews*, 21(4), 449-467.
- Cheng, S., C. W. Chan ve G. H. Huang. (2002). “Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management”, *Journal of Environment Science Health*, 37(6), 983.
- Chiang, Z. and G. H. Tzeng. (2009). “A Third Party Logistics Provider for the Best Selection in Fuzzy Dynamic Decision Environments”, *International Journal of Fuzzy Systems*, 11(1), 1-9.
- Çakır, E., H. Tozan and Ö. Vayvay. (2009). “A method for selecting third party logistic service provider using fuzzy AHP”, *Journal of Naval Science and Engineering*, 5(3), 38-45.
- Dyer, R. F. and E. H. Forman. (1992). “Group decision support with the analytic hierarchy process”, *Decision Support Systems*, 8(2), 99-124.
- Efendiğil, T., S. Önüt and K. Kongar. (2008). “A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness”, *Computers & Industrial Engineering*, 54, 269–287.
- Eleren, A.. (2006). “Kuruluş yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile belirlenmesi; deri sektörü örneği”, *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 405-416.
- 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*, 1-6.
- Govindan, K., M. C. Grigore and D. Kannan. (2010). “Ranking of third party logistics provider using fuzzy Electre II”, *Computers and Industrial Engineering (CIE) 40th International Conference on*, 1-5.



- Göl, H. and B. Çatay. (2007). “Third-party logistics provider selection: insights from a Turkish automotive company”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(6), 379-384.
- Guoyi, X. and C. Xiaohua. (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*, 788-792.
- Hamdan, A. and K. J. Rogers. (2008). “Evaluating the Efficiency of 3PL Logistics Operations”, *International Journal of Production Economics*, 113, 235–244.
- Huo, H. and Wei, Z. (2008). “Selection of third party logistics providers based on modified grey multi-hierarchical evaluation method”, *Control and Decision Conference*, Chinese, 2363–2368.
- Hwang, C. L. ve K. Yoon. (1981). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Application, A State-of-the-Art Survey*, Berlin, Heidelberg, New York.
- Işıklar, G., E. Alptekin and G. Büyükozan. (2007). “Application of a hybrid intelligent decision support model in logistics outsourcing” , *Computers & Operations Research*, 34, 3701– 3714.
- İTO. (2006). *Türkiye Lojistik Sektörü Altyapı Analizi*, İstanbul: İTO Yayın No: 2006-14.
- Janic, M. (2003). “Multicriteria Evaluation of High-Speed Rail, Transrapid Maglev and Air Passenger Transport in Europa”, *Transportation Planning & Technology*, 26(6), 491-512.
- Jharkharia, S. and R. Shankar. (2007). “Selection of logistics service provider: An analytic network process approach”, *The International Journal of Management Science*, 35(3), 274–289.
- Kannan, G., S. Pokhare ve P. S. Kumar. (2009). “A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provider, Resources”, *Conservation and Recycling*, 54, 28–36.
- Karagül, Hasan ve M. Murat Albayrakoglu. (2007). “Selecting a Third-Party Logistics Provider for an automotive company: An analytic hierarchy process model”, *Proceedings of the Ninth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP 2007)*.
- Kasture, S., M. N. Qureshi, P. Kumar and I. Gupta. (2008). “FAHP Sensitivity Analysis for Selection of Third Party Logistics (3PL) Service Providers”, *The Icfai University Journal of Supply Chain Management*, 5(4), 41-60.
- Ko, H. J., C. S. Ko and T. Kim. (2006). “A hybrid optimization/simulation approach for a distribution network design of 3PLs”, *Computers and Industrial Engineering*, 50(4), 440–449.
- Kulak, O. and C. Kahraman. (2005). “Fuzzy Multi-Criterion Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process”, *Information Sciences*, 170, 191-210.
- Lai, V., B.K. Wong and W. Cheung. (2002). “Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection”, *European Journal of Operational Research*, 137(1), 134–144.
- Liou, James H. and Yu-Tai Chuang. (2010). “Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing providers”, *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3755–3761.
- Meade, L. and J. Sarkis. (2002). “A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(5), 283-295.
- Öztürk, A., Ş. Erdoğan ve V. S. Arıkan. (2011). “Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi: Bir Tekstil Firmasında Uygulama”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 93-112.



- Qureshi, M. N., D. Kumar and P. Kumar. (2007). “Selection of Potential 3PL Services Providers using TOPSIS with Interval Data”, *Industrial Engineering and Engineering Management, IEEE International Conference on*, 1512-1516.
- Qureshi, M. N., Dinesh Kumar, and Pradeep Kumar. (2008). “3PL Evaluation and Selection Under a Fuzzy Environment: A Case Study”, *The Icfai Journal of Supply Chain Management*, 5(1), 38-53.
- Peters, Malte L. ve S. Zelewski. (2007). “TOPSIS als Technik zur Effizienzanalyse”, *Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt*, 1-9.
- 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), 24-37.
- Rao R. V. (2008). “Evaluation of environmentally conscious manufacturing programs using multiple attribute decision-making methods”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part B - Engineering Manufacture*, 222(3), 441-451.
- Saen, R. F.(2010). “A new model for selecting third-party reverse logistics providers in the presence of multiple dual-role factors”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 46(1-4), 405–410.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process*, RWS Publ. Pittsburg, ,s 69-84, 1994.
- Saaty, T. L. (1999). *The Analytic Hierarchy Process for Decision Making*, Kobe, Japan.
- Saaty, T. L.(2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, Pittsburgh: RWS Publications, USA.
- 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), 339-349.
- Sun, C., Y. Pan and R. Bi. (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*, 1013–1017.
- Triantaphyllou, Evangelos. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 139-140.
- Vaidyanathan, G. (2005). “A Framework For Evaluating Third-Party Logistics”, *Communications of the ACM*, 48(1), 89-94.
- Vijayvargiya, A. and A. K. Dey. (2010). "An analytical approach for selection of a logistics provider", *Management Decision*, 48(3), 403–418.
- Wangi, D., W. Guo ve K. Chen. (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*, 1-4, 2008.
- Xi, F.and L. Zhang. (2011). “A Personnel Selection Model Based on TOPSIS”, *Management science and Engineering*, 5(3), 107-110.
- Xiao, H. S.,W. P. Yang, L. H. Chen and H. Y. Yang. (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, 581-585.
- Xu, W., S. Zhao and L. Lu. (2011). “Empirical study on selection and evaluation of TPL based on CS”, *IEEE, International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering*, 1, 56-59.



## AKADEMİK BAKIŞ DERGİSİ

Sayı: 36 Mayıs – Haziran 2013

Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi

ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası

Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – KIRGIZIŞTAN

<http://www.akademikbakis.org>



- Ye, B. and Y. Liu. (2011). “Research on selection of third party logistics enterprise based on goal programming”, *Business and E -Government (ICEE), International Conference on*, 1-4.
- Ying, W. and S. Dayong. (2005). “Multi-agent framework for third party logistics in E-commerce”, *Expert Systems with Applications*, 29(2), 431-436.
- Yurdakul, Mustafa ve Y. Tansel İç. (2005). “Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and Topsis approaches”, *International Journal of Production Research*, 43(21), 4609-4641.
- Zeydan, M., C. Çolpan and C. Çobanoğlu. (2011). “A combined methodology for supplier selection and performance evaluation”, *Expert Systems with Applications* 38, 2741–2751.
- Zhang, H., X. Li, W. Liu, B. Li and Z. Zhang. (2004). “An application of the AHP in 3PL vendor selection of a 4PL system”, *Systems, Man and Cybernetics, IEEE International Conference on*, 2, 1255–1260.
- Zhou, J., B. Li and Y. Wang. (2011). “Research on the Third Party Supplier of Reverse Logistics Selection under Low-carbon Economic Society”, *Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC), International Conference*, 2547–2550.