

Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi

IDEAS

ISSN: 2149 - 5823

Cilt/Vol.: 2 - Sayı/No.: 2 - Aralık/December 2016

	MAKALE ADI	SAYFA
1	TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN LİMAN İŞLETMELERİ VE BU İŞLETMELERİN ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ ÖLÇÜMÜ <i>Yrd. Doç. Dr. Ayhan DEMİRCİ, Dilara Berrak TARHAN</i>	144-160
2	BİR GIDA FİRMASI İÇİN BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE DEPO YERİ SEÇİMİ <i>Serap ERCAN CÖMERT, Furkan YENER</i>	161-177
3	PDL YAKLAŞIMININ MİLLİ SAVUNMA SANAYİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ <i>Süleyman Eray YILDIZ</i>	178-192
4	LİDER-ÜYE ETKİLEŞİMİNİN TÜKENMİŞLİĞE ETKİSİNDE İŞ DOYUMUNUN ARACILIK ROLÜ: EĞİTİM SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA <i>Yrd. Doç. Dr. İrfan AKKOÇ, Ahmet Faruk ÇİFTÇİ</i>	193-211
5	ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE İŞLETMELER İÇİN CRM PAKET PROGRAMLARININ SEÇİMİ <i>Şeyda Gür, Doç. Dr. Tamer EREN</i>	212-229

Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi



IDEAS

ISSN: 2149-5823





Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi yılda 2 kez yayımlanan hakemli bir dergidir. Türkçe ve İngilizce dillerinde iktisat, işletme, uluslararası ilişkiler, siyaset bilimi ve kamu yönetimi, davranış bilimleri, maliye, ekonometri, çalışma ekonomisi ve endüstriyel ilişkiler, bankacılık ve finans, insan kaynakları yönetimi, yönetim bilişim sistemleri, sosyal hizmet, uluslararası ticaret ve lojistik, sağlık bilimleri yönetimi ve ilişkili alanlarda makaleler yayımlar. Dergide yayımlanan makalelerin dil, bilim, yasal ve etik sorumluluğu yazara aittir. Makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.


International Journal of Economics and Administrative Sciences is peer reviewed journal published twice a year. It publishes articles both in Turkish and English languages in the fields of economics, business administration, international relations, political science and public administration, behavioral sciences, finance, econometrics, labor economics and industrial relations, banking and finance, human resources management, management information systems, social services, international trade and logistics, health sciences management and related fields. The language, science, legal and ethical responsibility of the articles published in the journal belongs to the author. The published contents in the articles cannot be used without being cited.

Editörler / Editors in Chief

-  Doç. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN (Toros Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Ömer TURUNÇ (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Yayın Kurulu / Editorial Board

-  Prof. Dr. Abdülkadir VAROĞLU (Başkent Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Ömer TURUNÇ (Süleyman Demirel Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN (Toros Üniversitesi)
-  Yrd. Doç. Dr. İrfan AKKOÇ (THK Üniversitesi)

 **Danışma Kurulu / Advisory Board**

- Prof. Dr. Ali ÖZDEMİR (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Prof. Dr. Dilek ZAMANTILI NAYIR (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Haluk KORKMAZYÜREK (Toros Üniversitesi)
- Prof. Dr. İbrahim EROL (Celal Bayar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Levent KÖSEKAHYAOĞLU (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Mustafa Kemal DEMİRCİ (Dumlupınar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Mahmut PAKSOY (İstanbul Kültür Üniversitesi)
- Prof. Dr. Nejat BASIM (Başkent Üniversitesi)
- Prof. Dr. Pınar SÜRAL ÖZER (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ozan BAHAR (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
- Prof. Dr. Selim Adem HATIRLI (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Süleyman TÜRKEL (Toros Üniversitesi)
- Prof. Dr. Uğur YOZGAT (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Umut AVCI (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ünsal SİĞRİ (Başkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Ahmet ERKUŞ (Bahçeşehir Üniversitesi)
- Doç. Dr. Bekir GÖVDERE (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Doç. Dr. Cengiz DURAN (Dumlupınar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Gülizar KURT GÜMÜŞ (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Doç. Dr. Hakan TURGUT (Başkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Haldun YALÇINKAYA (TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi)
- Doç. Dr. Harun ŞEŞEN (Lefke Avrupa Üniversitesi)
- Doç. Dr. Köksal HAZİR (Toros Üniversitesi)
- Doç. Dr. Mazlum ÇELİK (Hasan Kalyoncu Üniversitesi)
- Doç. Dr. Murat ÇUHADAR (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Doç. Dr. Necdet BİLGİN (Celal Bayar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Sait GÜRBÜZ (Kara Harp Okulu)
- Doç. Dr. Yusuf GÜMÜŞ (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Not: İsimler, akademik ünvan ve alfabetik sıra gözetilerek sıralanmıştır.

*Dergide yayınlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazarlarına aittir.
Yayınlanan eserlerde yer alan içerikler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.*

*All the opinions written in articles are under responsibilities of the authors.
The published contents in the articles cannot be used without being cited.*

Makalenin on-line kopyasına erişmek için / To reach the on-line copy of article:

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/uiibd/>

BİR GIDA FİRMASI İÇİN BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE DEPO YERİ SEÇİMİ

Serap ERCAN CÖMERT*

Furkan YENER**

ÖZET: Bu çalışmada, Sakarya ilinde faaliyet gösteren bir gıda firması için en uygun depo yeri çok kriterli karar verme tekniklerinden olan 'Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi' kullanılarak belirlenmiştir. Depo yeri alternatifleri; dört ana kriter kapsamında toplam sekiz adet alt kriter dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu ana kriterler; depo yerinin maliyeti, depo yerinin alt yapısı, depo yerinin çevresel etmenleri ve depo yerindeki iş gücüdür. Yöntemin matematiksel işlemlerinde girdi olarak kullanılan ikili karşılaştırma matrisleri, alanında uzman personellerin görüşleri doğrultusunda elde edilmiştir. Sonuç olarak ise gıda firmasının depo yeri için toplamda en avantajlı olacak alternatifin seçimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık AHP, Depo Yeri Seçimi.

Jel Sınıflandırması: C44, D81.

USİNG FUZZY ANALYTİCAL HİERARCHY PROCESS FOR WAREHOUSE LOCATION SELECTION İN A FOOD COMPANY

ABSTRACT: In this study, an optimal warehouse location of a food company is determined using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process that is a one type of multi-criteria decision-making technique. Warehouse location alternatives are evaluated under the name of four main criteria, which has two sub-criteria and make eight in total. These are the cost, infrastructure, environmental factors and labor force. Pairwise comparison matrices that used as input in the arithmetic processing of this method was obtained in accordance with the opinion of the experts. As a result, the best warehouse location alternative is selected for a food company.

Key Words: Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Warehouse Location Selection.

Jel Classification: C44, D81.

* Arş. Gör., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, serape@sakarya.edu.tr

** Arş. Gör., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, fyener@sakarya.edu.tr

Giriş

Depo yeri seçimi yapılırken dikkate alınacak kriter sayısı bir adet olsaydı, seçim yapmak kolay olacaktı. Fakat bir çok zaman birden çok kriter dikkate alınmak zorundadır. Göz önünde bulundurulacak kriterlerin etkisinin birbirine eşit olduğu veya etkilerinin farklı ağırlıklarda olduğu durumlar olabilir. Böyle durumlarda her bir kriterin verilecek karara olan etkisinin belirlenmesi gereklidir. Depo yeri seçimi yapılırken birden fazla kriter ve birden fazla alternatife sahip olunduğunda en iyi alternatifin seçim işlemi kolay değildir. Bu amaç için geliştirilen teknikler Çok Kriterli Karar Verme başlığı altında toplanmıştır (Yahya ve Kingsman, 1999: 916-930).

Bu çalışmada gıda sektöründe hizmet veren bir işletmenin depo yeri seçimi problemine çok kriterli karar verme tekniklerinden bulanık AHP tekniği kullanılarak çözüm üretilmiştir. Sakarya ilinin 3 farklı ilçesi için oluşturulan karar modelinde ana kriterler ve alt kriterler için uzman kişilerden bilgi alınarak değerler elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan ana kriterler; depo yerinin maliyeti, depo yerinin alt yapısı, depo yerinin çevresel etmenleri ve depo yerindeki iş gücüdür. Alt kriterler ise nakliye maliyeti, işçilik maliyeti, arazi büyüklüğü, depolama koşulları, ana yollara uzaklık, üretim merkezlerine uzaklık, kalifiye eleman ve katma değer sağlayan faaliyet kapasitesidir. Çalışmanın sonucunda ise gıda firmasının depo yeri için toplamda en avantajlı olacak alternatifin seçimi yapılmıştır.

1. Literatür Taraması

Depo yeri seçimi problemi veya kuruluş yeri seçimi ile diğer karar problemleri üzerinde bulanık AHP uygulanmış olan çalışmalar incelenmiştir. Bu doğrultuda literatürün zayıf ve güçlü yönleri tespit edilerek çalışmaya yön verilmiştir.

Yer seçimi problemine bulanık AHP yöntemi ile çözüm arayan çalışmalardan biri Kaboli ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Kaboli, Aryanezhad, Shahanaghi ve Niroomand, çalışmalarında tesis yeri seçimi problemini ele alarak, uzman görüşleri doğrultusunda bulanık AHP ile bu probleme çözüm aramışlardır (Kaboli, Aryanezhad, Shahanaghi ve Niroomand, 2007: 582-586). Ashrafzadeh, Rafiei ve Zare, depo yeri seçimi probleminde bulanık AHP kullanarak çözüm üretmişlerdir (Ashrafzadeh, Rafiei ve Zare, 2012: 112-125). Choudhary ve Shankar, Hindistan'da kurulacak olan termal enerji tesisinin kuruluş yeri seçiminde bulanık AHP ve TOPSİS tekniklerini kullanmışlardır (Choudhary ve Shankar, 2012: 510-521). Ishizaka ve Labib, yeni bir üretim tesisi kurulumunda kuruluş yeri belirlenirken AHP kullanmışlardır (Ishizaka ve Labib, 2011: 7317-7325). Tabari, Kaboli, Aryanezhad, Shahanaghi ve Siadat, kuruluş yeri seçimi problemi için hibrit bir model geliştirmişlerdir (Tabari, Kaboli, Aryanezhad, Shahanaghi ve Siadat, 2008: 598-606). Wey, Tayvan'da metro istasyonlarının yerinin belirlenmesi probleminde bulanık AHP kullanmıştır (Wey, 2015: 158-168). Çaka, çalışmasında depo yeri seçimi problemi için choquet integral yöntemi ile çözüm üretmiştir (Çaka, 2012). Ar, Baki ve Özdemir, turizm sektöründe otel kuruluş yeri seçimi karar probleminde bulanık AHP-VİKOR yaklaşımını kullanarak çözüm üretmiştir (Ar, Baki ve Özdemir, 2014: 93-114).

Diğer karar problemleri ile ilgili çalışmalara bakıldığında ise, Cheng, Chen ve Chuang'ın dördüncü parti lojistik şirketi seçimi problemi için bulanık Delphi ve bulanık AHP tekniklerinden yararlandıkları görülmektedir (Cheng, Chen ve Chuang, 2008: 466-478). Galankashi, Chegeni, Soleimanyanadegany, Memari, Anjomshoae, Helmi ve Dargi, yeşil tedarikçi seçiminde bulanık AHP metodunu uygulamışlardır (Galankashi, Chegeni,

Soleimanyanadegany, Memari, Anjomshoae, Helmi ve Dargi, 2015: 689-694). Hadi-Vencheh ve Mohamadghasemi, bulanık AHP ve veri zarflama tekniklerini depo içi tasarımında ABC tekniği ile beraber kullanmışlardır (Hadi-Vencheh ve Mohamadghasemi, 2011; 3346-3352). Kabie ve Sumi, çok kriterli depo sınıflandırma probleminde bulanık Delphi ve bulanık AHP tekniğinden yararlanmışlardır (Kabie ve Sumi, 2013: 22-34). Liu ve Kuo tarafından otomobil yedek parça ana dağıtım deposunda bulanık AHP kullanılarak bir uygulama yapılmıştır (Liu ve Kuo, 2008: 1144-1153). Lu, Trappey, Chen ve Chang, lojistik ve risk yönetimi konularıyla ilgili karar problemini çözmek için akademisyenlerden ve özel sektörden uzmanlardan yaklaşık 20 adet görüş alarak bulanık AHP tekniğini kullanmışlardır (Lu, Trappey, Chen ve Chang, 2013: 1503-1511). Zaerpour, Gharehgozli ve Tavakkoli-Moghaddam, siparişe üretim ve stoka üretim kararları için bulanık AHP tekniği kullanmışlardır (Zaerpour, Gharehgozli ve Tavakkoli-Moghaddam, 2008: 186-201). Shu-chen ve Kuo-liang tarafından uluslararası bir dağıtım merkezinde yapılan uygulamada bulanık mantık ve SWOT analizini birlikte kullanılmıştır (Shu-chen ve Kuo-liang, 2008: 531-549). Soh, üçüncü parti lojistik şirketinde yapılan bir uygulamada bulanık AHP kullanarak karar modeli oluşturmuştur (Soh, 2010: 339-349). Gümüş, Çetin ve Kaplan, otomotiv sektöründe hizmet veren bir işletmenin kurumsal kaynak planlaması yazılımı seçimi sırasında karar modeli olarak bulanık AHP modelinden yararlanmışlardır (Gümüş, Çetin ve Kaplan, 2010: 74-85). Göksu ve Güngör, üniversite tercihi sırasında bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır (Göksu ve Güngör, 2008: 1-26). Şengül ve Eren, kamu sektöründe karşılaşılan genel bütçe yönetimi zorluğu probleminden yola çıkarak belediyelerin toplu taşıma araçlarının seçimi sırasındaki karar problemini bulanık AHP ile çözmüşlerdir (Şengül ve Eren, 2012: 143-165).

2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1977 yılında Thomas H. Saaty tarafından karar problemleri için kullanılmaya başlanmış bir tekniktir. Çok kriterli karar verme problemlerinin modellenmesinde başarılı uygulamaları mevcuttur. Çok kriterli karar verme problemlerinin AHP ile çözüm aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Problemin Tanımlanması
- Probleme ait kriterlerin belirlenmesi
- Probleme ait alternatiflerin belirlenmesi
- Hiyerarşik bir yapının oluşturulması
- Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi
- Karşılaştırma matrislerinin (ikili) oluşturulması
- Her alternatife ait çok kriterli puanın hesaplanması
- Genel puanların karşılaştırılarak en iyi alternatifin seçilmesi

1965 yılında Lotfi A. Zadeh, klasik sistem kuramının matematiksel yöntemlerin karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kaldığı için bulanık kümeler kuramını geliştirmiştir. Bulanık kümeler kuramı, belirsizlik içeren problemlerin çözümüne olanak sağlamaktadır. Zadeh'ten sonrada bulanık mantık ve bulanık kümeler kuramı bir çok alanda kullanılmış ve hızla gelişerek günümüze kadar ulaşmıştır (Tayyar, 2012: 351-371).

AHP yöntemi, uzman kişilerin görüşlerini dikkate almasına rağmen, insan düşüncelerini yansıtmada konusunda eksik kalmaktadır. Bu nedenle bulanık mantık ile AHP'nin birleşiminden bulanık AHP ortaya çıkmıştır. Bulanık AHP'de alternatiflerin ve kriterlerin karşılaştırılma oranları, kesin ifadelerin kullanıldığı AHP'den farklı olarak belirli bir değer aralığında verilmektedir (Ertuğrul, 2007: 171-192). Literatür incelendiğinde birçok bulanık

AHP uygulaması olduğu görülmektedir. Van Laarhoven ve Pedrycz (1983), üçgensel bulanık sayıları kullanıp bulanık oranları kıyaslayarak bulanık AHP'ye ilişkin ilk çalışmayı gerçekleştirmiştir. Sonrasında Buckley (1985), yamuk bulanık sayılar yardımıyla bir model geliştirmiştir. Chang (1992), üçgensel bulanık sayıları ve mertebe analiz yöntemini kullanarak bulanık AHP için yeni bir yöntem geliştirmiştir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006: 193-204).

Bulanık AHP yaklaşımlarının birçoğu, karmaşık işlemler gerektirmekte ve az sayıda alternatif ve kritere sahip problemlerin çözümü için daha uygun olmaktadır. Çok sayıda kriter ve alternatife sahip olan bu çalışmada, diğer bulanık AHP tekniklerine göre adımları daha kolay, klasik AHP tekniğine çok benzeyen ve literatürde daha çok uygulaması olan Chang 'ın Mertebe Analiz Tekniği kullanılmıştır (Kaplan ve Arıkan, 2012: 23-33). Bu yöntemin avantajları arasından en önemli olanları matematiksel işlem gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarına ek bir işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise sadece bulanık üçgensel sayıları kullanmasıdır (Göksu ve Güngör, 2008: 1-26).

Chang'ın mertebe analiz tekniğine göre, her bir nesne ve amaç için mertebe analizi uygulanır. $X = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$ bir nesne kümesi ve $U = \{u_1, u_2 \dots u_m\}$ bir amaç kümesi olmak üzere ele alınarak, m tane mertebe analiz değeri elde edilir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2 \dots n$$

şeklinde gösterilir. Burada verilen $M_{g_i}^j$, değerleri üçgensel bulanık sayıdır. Chang'ın mertebe analiz tekniğinin adımları aşağıda verilmiştir.

1.ADIM: Bulanık sentetik mertebe değeri i . ölçüte göre aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$, değerini elde etmek için m mertebe analiz değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemi uygulanır.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i) \quad (3)$$

Bu adımın son aşaması olarak ise vektörün tersi denklem 4'deki gibi hesaplanır:

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4)$$

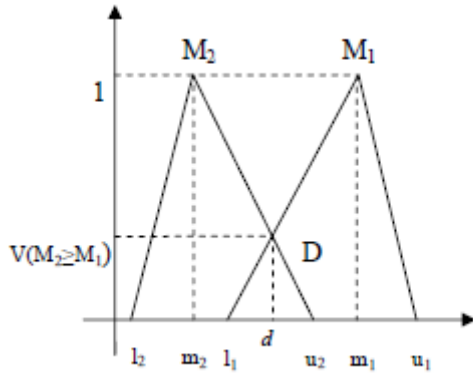
2.ADIM: M_1 ve M_2 karşılaştırılması yapılacak iki küme olsun. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'nin olabilirlik derecesi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

Bu tanımlama aşağıdaki denklemden elde edilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \mathbf{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlarda,} \end{cases}$$

Aşağıdaki Şekil 1'de görüldüğü gibi $V(M_2 \geq M_1)$ ifadesi μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktasının yani D noktasının yüksekliğini ifade etmektedir. d değeri ise, D noktasının ordinatı olarak tanımlanmıştır. Diğer bir ifadeyle üyelik fonksiyonunun değeridir.



Şekil 1: M_2 ve M_1 üçgen bulanık sayıların kesişimi

M_1 ve M_2 'nin karşılaştırılabilmesi için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine ihtiyaç vardır.

3. ADIM: Konveks bir bulanık sayının olabilirlik derecesinin k adet konveks bulanık sayıdan $M_i = (i = 1, 2, \dots, k)$ büyük olması aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[M \geq M_1 \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), \\ k = 1, 2, \dots, n: k \neq i \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \text{ alınır.}$$

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5)$$

Burada $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ n elemanlıdır.

4. ADIM: Denklem 5'de verilen Ağırlık vektörünü normalize edildiğinde denklem 6'daki vektör elde edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (6)$$

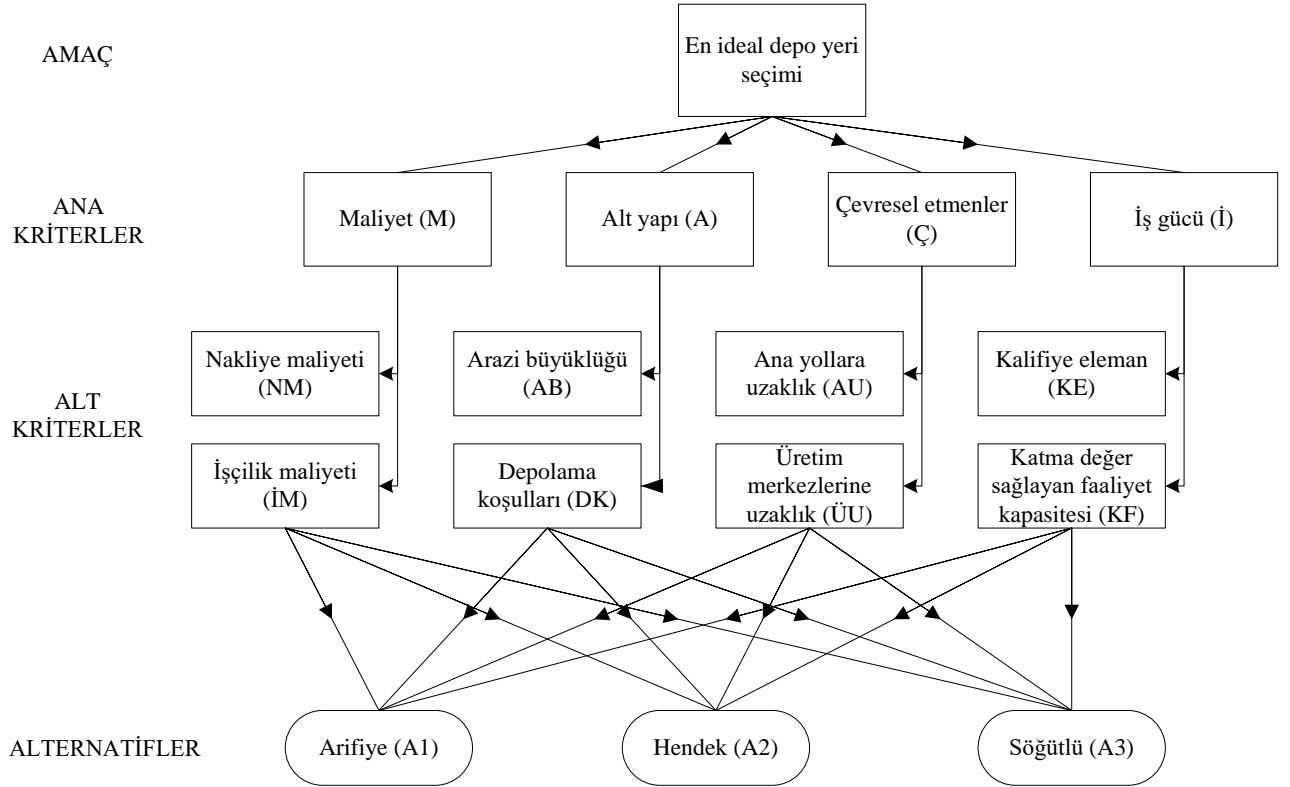
Buradaki W artık bulanık olmayan bir sayıdır (Chang, 1996: 649-655).

3. Bulanık Ahp Yönteminin Depo Yeri Seçimi Problemine Uygulanması

Bu çalışma Sakarya ilinde faaliyet gösteren bir gıda firmasında uygulanmıştır. Firma belirlediği üç alternatif yerden birini seçerek depo kurmak istemektedir. Bu amaçla bulanık AHP yöntemi kullanılarak en uygun alternatifin bulunması konusunda firmaya yardımcı olunacaktır.

3.1. Kriterler ve hiyerarşik yapı

Firma ile yapılan görüşme sonucunda depo yeri seçiminde dört ana kriter ve sekiz alt kriterin önemli olduğuna karar verilmiştir. Ana kriterler; maliyet, alt yapı, çevresel etmenler ve iş gücü olarak belirlenmiştir. Maliyet ile ilgili alt kriterler nakliye maliyeti ve işçilik maliyetidir. Alt yapı ile ilgili alt kriterler arazi büyüklüğü ve depolama koşullarıdır. Çevresel etmenler ile ilgili alt kriterler ana yollara uzaklık ve üretim merkezlerine uzaklıktır. İş gücü ile ilgili alt kriterler ise kalifiye eleman ve katma değer sağlayan faaliyet kapasitesidir. Ele alınan problem için kurulan hiyerarşik yapı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Depo yeri seçimi için kurulan hiyerarşik yapı

3.2. Mertebe analiz tekniği ile bulanık AHP çözümü

Tablo 1'de görülen üçgensel bulanık sayılar Bulanık AHP ile ikli karşılaştırma yaparken kullanılmıştır. Ana ve alt kriterlerin birbirleriyle ikişerli olarak karşılaştırılması sırasında ve alternatiflerin alt kriterlere göre ikişerli karşılaştırılma matrislerinin elde edilmesi esnasında uzman görüşlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 1: İkili karşılaştırma yaparken kullanılan bulanık ölçekler ve karşılıkları

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önemli	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
Biraz daha fazla önemli	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
Kuvvetli derecede önemli	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
Çok kuvvetli derecede önemli	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
Tamamıyla önemli	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

Çalışma kapsamında görüşlerine başvurulmuş uzmanlar arasında uzlaşma sağlamak ve gerçekçi değerler elde etmek için, uzmanların yaptığı değerlendirmelerin geometrik ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Ana kriterler olan maliyet, alt yapı, çevresel etmenler ve iş gücü kriterlerinin ikili karşılaştırılması sonucu elde edilen değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması

	Maliyet			Alt Yapı			Çevresel Etmenler			İş Gücü		
Maliyet	1	1	1	0.167	0.2	0.25	0.2	0.25	0.333	0.25	0.5	1
Alt Yapı	4	5	6	1	1	1	1	2	3	3	4	5
Çevresel Etmenler	3	4	5	0.333	0.5	1	1	1	1	2	3	4
İş Gücü	1	2	3	0.2	0.25	0.333	0.25	0.333	0.5	1	1	1

Tablo 2'deki ikili karşılaştırma değerlerine göre her bir kriter için sentetik mertebe değerleri (maliyet için S_M , alt yapı için S_A , çevresel etmenler için $S_Ç$ ve iş gücü için S_i) Tablo 3'teki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
 S_M &= (1.62, 1.95, 2.58) \times (0.029, 0.038, 0.052) = (0.05, 0.07, 0.13) \\
 S_A &= (9, 12, 15) \times (0.029, 0.038, 0.052) = (0.27, 0.46, 0.77) \\
 S_Ç &= (6.33, 8.5, 11) \times (0.029, 0.038, 0.052) = (0.19, 0.33, 0.57) \\
 S_i &= (2.45, 3.58, 4.83) \times (0.029, 0.038, 0.052) = (0.07, 0.14, 0.25)
 \end{aligned}$$

Tablo 3: Ana kriterler için sentetik mertebe değerleri

	l	m	u
S_M	0.05	0.07	0.13
S_A	0.27	0.46	0.77
$S_Ç$	0.19	0.33	0.57
S_i	0.07	0.14	0.25

Her ikili sentetik merteye değerleri için $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'in olabilirlik dereceleri $V(M_2 \geq M_1)$ 'ler Tablo 4'teki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4: Ana kriterler için ağırlık vektörünün hesaplanması

$V(S_j \geq S_i)$	S_M	S_A	S_C	S_i	$\min V(S_j \geq S_i)$
S_M		0.49	0	0	0
S_A	1.00		0.24	0	0
S_C	1.00	1.00		0.69	0.69
S_i	1.00	1.00	0.24		0.24

Örneğin, çevresel etmenler ve iş gücü ana kriterleri için $M_1 = S_C = (0.18, 0.33, 0.57)$ ve $M_2 = S_i = (0.07, 0.14, 0.25)$, $V(S_C \geq S_i)$ değeri, $m_2 \leq m_1$ ve $l_1 \leq u_2$ olduğu için, $(l_1 - u_2) / ((m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)) = (0.27 - 0.57) / ((0.33 - 0.57) - (0.46 - 0.27)) = 0.69$ olarak bulunmuştur.

Tablo 4'teki değerlere göre ana kriterler için ağırlık vektörü; $W' = (0, 0, 0.69, 0.24)^T$ olarak bulunmuştur. Normalize ağırlık vektörü ise her bir ağırlığın toplam ağırlığa bölünmesi ile elde edilir. $W = (0/0.93, 0/0.93, 0.69/0.93, 0.2/0.93) = (0, 0, 0.74, 0.26)^T$

Bu sonuçlara göre en önemli ana kriterin çevresel etmenler olduğunu, bu kriteri iş gücünün takip ettiğini, maliyetin ve alt yapının ise etkisinin olmadığını söyleyebiliriz. Her bir ana kriterin alt kriterlerinin ikili karşılaştırmaları Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7 ve Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 5'ten maliyet ana kriterine ait nakliye maliyeti alt kriterinin, işçilik maliyeti alt kriterinden daha önemli olduğunu söyleyebiliriz. Tablo 6'dan alt yapı ana kriterine ait arazi büyüklüğü ve depolama koşulları alt kriterlerinin eşit öneme sahip olduğunu söyleyebiliriz. Tablo 7'den çevresel etmenler ana kriterine ait ana yollara uzaklık alt kriterinin, üretim merkezlerine uzaklık alt kriterinden daha önemli olduğunu söyleyebiliriz. İş gücü ana kriterine ait katma değer sağlayan faaliyet kapasitesi alt kriterinin, kalifiye eleman alt kriterinden daha önemli olduğunu Tablo 8'e bakarak söyleyebiliriz.

Tablo 5: Maliyet ana kriteri açısından alt kriterlerin ikili karşılaştırılması

	NM			İM		
NM	1	1	1	1	2	3
İM	0.33	0.50	1	1	1	1

Normalize edilmiş ağırlık vektörü Tablo'dan $WM = (0.69, 0.31)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 6: Alt yapı ana kriteri açısından alt kriterlerin ikili karşılaştırılması

	AB			DK		
AB	1	1	1	1	1	1
DK	1	1	1	1	1	1

Normalize edilmiş ağırlık vektörü Tablo'dan $WA = (0.5, 0.5)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 7: Çevresel etmenler ana kriteri açısından alt kriterlerin ikili karşılaştırılması

	AU			ÜÜ		
AU	1	1	1	1	2	3
ÜÜ	0.33	0.50	1	1	1	1

Normalize edilmiş ağırlık vektörü Tablo'dan $WÇ = (0.69, 0.31)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 8: İş gücü ana kriteri açısından alt kriterlerin ikili karşılaştırılması

	KE			KF		
KE	1	1	1	0.33	0.5	1
KF	1	2	3	1	1	1

Normalize edilmiş ağırlık vektörü Tablo'dan $Wİ = (0.31, 0.69)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 9-16 alternatiflerin (A1, A2, A3) her bir alt kritere göre ikili karşılaştırmalarını gösterir. Nakliye maliyeti, işçilik maliyeti, ana yollara uzaklık ve kalifiye eleman alt kriterleri için en iyi alternatif A1'dir. Arazi büyüklüğü ve depolama koşulları alt kriterleri için en iyi alternatif A3'tür. Üretim merkezlerine uzaklık ve katma değer sağlayan faaliyet kapasitesi alt kriterleri için ise A1 ve A3'ün ağırlıkları eşittir, yani her iki alternatifte uygundur.

Tablo 9: Nakliye maliyeti alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	2	3	4	5	6	7
A2	0.25	0.33	0.5	1	1	1	4	5	6
A3	0.14	0.17	0.2	0.17	0.2	0.25	1	1	1

Tablo 9'dan $WNM = (0.72, 0.28, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 10: İşçilik maliyeti alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	2	3	4	2	3	4
A2	0.25	0.33	0.5	1	1	1	2	3	4
A3	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	1	1	1

Tablo 10'dan $WİM = (0.64, 0.36, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 11: Arazi büyüklüğü alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	0.25	0.33	0.5	0.17	0.2	0.25
A2	2	3	4	1	1	1	0.25	0.33	0.5
A3	4	5	6	2	3	4	1	1	1

Tablo 11'den $WAB=(0, 0.18, 0.82)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 12: Depolama koşulları alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	0.25	0.33	0.5	0.17	0.2	0.25
A2	2	3	4	1	1	1	0.25	0.33	0.5
A3	4	5	6	2	3	4	1	1	1

Tablo 12'den $WDK=(0, 0.18, 0.82)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 13: Ana yollara uzaklık alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	2	3	4	5	6	7
A2	0.25	0.33	0.5	1	1	1	4	5	6
A3	0.14	0.17	0.2	0.17	0.2	0.25	1	1	1

Tablo 13'ten $WAU=(0.72, 0.28, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 14: Üretim merkezlerine uzaklık alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	1	1	1	4	5	6
A2	1	1	1	1	1	1	4	5	6
A3	0.17	0.2	0.25	0.17	0.2	0.25	1	1	1

Tablo 14'ten $WÜU=(0.5, 0.5, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 15: Kalifiye eleman alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	2	3	4	2	3	4
A2	0.25	0.33	0.5	1	1	1	1	1	1
A3	0.25	0.33	0.5	1	1	1	1	1	1

Tablo 15'ten $WKE=(1, 0, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 16: Katma değer sağlayan faaliyet kapasitesi alt kriteri açısından alternatiflerin ikili karşılaştırılması

	A1			A2			A3		
A1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
A2	1	1	1	1	1	1	2	3	4
A3	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.5	1	1	1

Tablo 16'dan $WKF=(0.5, 0.5, 0)^T$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 5-16'dan elde ettiğimiz ağırlık vektörlerinin birleştirilmesi sonucunda Tablo 17-20'deki sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 17: Maliyet ana kriteri açısından alternatiflerin ağırlıkları

	NM	İM	
Ağırlık	0.69	0.31	
Alternatifler			Alternatiflerin Ağırlıkları
A1	0.72	0.64	0.6952
A2	0.28	0.36	0.3048
A3	0	0	0

Tablo 18: Alt yapı ana kriteri açısından alternatiflerin ağırlıkları

	AB	DK	
Ağırlık	0.5	0.5	
Alternatifler			Alternatiflerin Ağırlıkları
A1	0	0	0
A2	0.18	0.18	0.18
A3	0.82	0.82	0.82

Tablo 19: Çevresel etmenler ana kriteri açısından alternatiflerin ağırlıkları

	AU	ÜÜ	
Ağırlık	0.69	0.31	
Alternatifler			Alternatiflerin Ağırlıkları
A1	0.72	0.5	0.6518
A2	0.28	0.5	0.3482
A3	0	0	0

Tablo 20: İş gücü ana kriteri açısından alternatiflerin ağırlıkları

	KE	KF	
Ağırlık	0.31	0.69	
Alternatifler			Alternatiflerin Ağırlıkları
A1	1	0.5	0.655
A2	0	0.5	0.345
A3	0	0	0

Tablo 17-20'deki ağırlıkların birleştirilmesi ile Tablo 21'deki sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 21: Amaca alternatiflerin ağırlıkları

	Maliyet	Alt yapı	Çevresel Etmenler	İş gücü	
Ağırlık	0	0	0.74	0.26	
Alternatifler					Alternatiflerin Ağırlıkları
A1	0.6952	0	0.6518	0.655	0.652632
A2	0.3048	0.18	0.3482	0.345	0.347368
A3	0	0.82	0	0	0

Tablo 21'deki sonuçlara baktığımızda depo yeri için en uygun alternatifin A1 (Arifiye) olduğunu görüyoruz.

4. Sonuç

Bu çalışmada Sakarya ilinde faaliyet gösteren bir gıda firması için en uygun depo yeri seçimi yapılmış ve Sakarya'nın üç ilçesinin durumları karşılaştırılmıştır. Çalışmada oluşturulan karar modeli dört ana kriter ve sekiz alt kriterden oluşmaktadır. Ana kriterler; depo yerinin maliyeti, depo yerinin alt yapısı, depo yerinin çevresel etmenleri ve depo yerindeki iş gücüdür. Alt kriterler ise nakliye maliyeti, işçilik maliyeti, arazi büyüklüğü, depolama koşulları, ana yollara uzaklık, üretim merkezlerine uzaklık, kalifiye eleman ve katma değer sağlayan faaliyet kapasitesidir. Ana kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra konusunda uzman olan personellerin görüşleri alınarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Uzlaşmış kararları elde edebilmek için her bir uzmanın görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak tek bir değeri elde edilmiştir. Matrislerden elde edilen sonuçlara göre ise Arifiye 0.65, Hendek 0.35 ve Söğütlü 0 değerlerini almış ve en uygun depo yeri olarak Arifiye ilçesi seçilmiştir.

Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firma incelenmiştir. Farklı sektörlerde bu çalışmanın uygulanması ve başka bir firma için depo yeri belirlenmesi esnasında yaklaşım olarak aynı fakat kullanılan kriterler, alternatifler ve bunların ağırlıklarının farklı olması beklenmektedir. Yukarıda elde edilen sonuçlar çalışma kapsamında incelenmiş firma için geçerlidir. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık AHP bu çalışma

kapsamında kullanıldığı gibi gelecekte yapılacak çalışmalarda sonuçların genelleştirilebilmesi için diğer bulanık çok kriterli karar verme (bulanık TOPSIS, bulanık PROMETHE, bulanık VIKOR, vb.) yöntemlerinden de yararlanılabilir.

KAYNAKÇA

- Ar, İ. M., B. Baki ve F. Özdemir, (2014), "Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık AHS-VIKOR Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama", *International Journal of Economic and Administrative Studies*, Sayı.13, ss: 93-114.
- Ashrafzadeh, M., F. M. Rafiei ve Z. Zare, (2012), "The Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach for the Selection of Warehouse Location: A Case Study", *International Journal of Business and Social Science*, Vol.3, No.4, pp: 112-125.
- Cheng, J.-H., S.-S. Chen ve Y.-W. Chuang, (2008), "An Application of Fuzzy Delphi and Fuzzy AHP for Multi-criteria Evaluation Model of Fourth Party Logistics", *WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS*, Vol.7, No.5, pp: 466-478.
- Choudhary, D. ve R. Shankar, (2012), "An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study from India", *Energy*, Vol.42, pp: 510-521.
- D.Y. Chang, (1996), "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, Vol.95, pp: 649-655.
- E. Çaka, (2012), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Choquet İntegral Yöntemi İle Depo Yeri Seçimi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Galankashi, M. R., A. Chegeni, A. Soleimanyanadegany, A. Memari, A. Anjomshoae, S. A. Helmi ve A. Dargi, (2015), "Prioritizing Green Supplier Selection Criteria using Fuzzy Analytical Network Process", *Procedia CIRP*, Vol. 26, pp: 689 – 694.
- Göksu, A. ve I. Güngör, (2008), "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt.13, Sayı.3, ss: 1-26.
- Gümüş, A. T., A. Çetin ve E. Kaplan, (2010), "A Fuzzy-Analytic Network Process Based Approach for Enterprise Information System Selection", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Vol.28, pp: 74-85.
- Hadi-Vencheh, A. ve A. Mohamadghasemi, (2011), "A Fuzzy AHP-DEA Approach for Multiple Criteria ABC Inventory Classification", *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp: 3346-3352.
- Ishizaka, A. ve A. Labib, (2011), "Selection of New Production Facilities with the Group Analytic Hierarchy Process Ordering Method", *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp: 7317-7325.
- İ. Ertuğrul, (2007), "Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması", *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt.25, Sayı.1, ss: 171-192.
- Kabir, G. ve R. S. Sumi, (2013), "Integrating Fuzzy Delphi with Fuzzy Analytic Hierarchy Process for Multiple Criteria Inventory Classification", *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, Vol.3, No.1, pp: 22-34.
- Kaboli, A., M.B. Aryanezhad, K. Shahanaghi ve I. Niroomand, (2007), "A New Method for Plant Location Selection Problem: A Fuzzy-AHP Approach", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp: 582-586.

- Kaplan, S. ve F. Arıkan, (2012), "Hava Savunma Sektörü Tezgâh Yatırım Projelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi", Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt.5, Sayı.3, ss: 23-33.
- Kaptanoğlu, D. ve A.F. Özok, (2006), "Akademik Performans Değerlendirilmesi İçin Bir Bulanık Model", İTÜ Dergisi/d, Cilt.5, Sayı.1, ss: 193-204.
- Li, S. ve X. Kuo, (2008), "The Inventory Management System for Automobile Spare Parts in A Central Warehouse", Expert Systems with Applications, Vol.34, pp.1144-1153.
- Lu, T.-P., A. J. Trappey, Y.-K. Chen ve Y.-D. Chang, (2013), "Collaborative Design and Analysis of Supply Chain Network Management Key Processes Model", Journal of Network and Computer Applications, Vol.36, pp.1503-1511.
- N. Tayyar, (2012), "Pet Şişe Tedarikçisi Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık Topsis Yaklaşımı", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt.17, Sayı.3, ss: 351-371.
- Shu-chen, L. ve L. Kuo-liang, (2008), "A Fuzzy Quantified SWOT Procedure for Environmental Evaluation of An International Distribution Center", Information Sciences, Vol.178, pp: 531-549.
- S. Soh, (2010), "A Decision Model for Evaluating Third-Party Logistics Providers Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process", African Journal of Business Management, Vol.4, No.3, pp.339-349.
- Şengül, Ü. ve M. Eren, (2012), "Bulanık-AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı.40, ss:143-165.
- Tabari, M., A. Kaboli, M. Aryanezhad, K. Shahanaghi ve A. Siadat, (2008), "A New Method for Location Selection: A Hybrid Analysis", Applied Mathematics and Computation, Vol.206, No.2, pp: 598-606.
- W.-M. Wey, (2015), "Smart Growth and Transit-Oriented Development Planning in Site Selection for A New Metro Transit Station in Taipei, Taiwan", Habitat International, Vol. 47, pp: 158-168.
- Yahya, S. ve B. Kingsman, (1999), "Vendor Rating for an Entrepreneur Development Programme: A Case Study Using the Analytic Hierarchy Process Method", Journal of the Operational Research Society, Vol.50, No.9, pp: 916-930.
- Zaerpour, M. R. N., A. Gharehgozli ve R. Tavakkoli-Moghaddam, (2008), "Make-to-Order or Make-to-Stock Decision by A Novel Hybrid Approach", Advanced Engineering Informatics, Vol.22, pp: 186-201.