



[itobiad], 2020, 9 (5): 3568/3597

**Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde
Tedarikçisi Seçimi**

Selection of Food Raw Material Suppliers Using Fuzzy Ahp and
Fuzzy Goal Programming Approach

Elif AYDIN

**Yüksek Lisans Mezunu, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü**

**Master Degree, Sakarya University, Faculty of Engineering, Industrial
Engineering Unit**

elif-aydin-89@hotmail.com / Orcid ID: 0000-0002-0379-3662

Gültekin ÇAĞIL

**Dr. Öğr. Üyesi, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri
Mühendisliği Bölümü**

**Asst. Prof., Sakarya University, Faculty of Engineering, Industrial
Engineering Unit**

cagil@sakarya.edu.tr / Orcid ID: 0000-0001-8609-6178

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Type	: Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş Tarihi / Received	: 08.07.2020
Kabul Tarihi / Accepted	: 25.11.2020
Yayın Tarihi / Published	: 30.11.2020
Yayın Sezonu	: Ekim-Kasım-Aralık
Pub Date Season	: October-November-December

Atıf/Cite as: Aydın, E , Çağıl, G . (2020). Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi . İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi , 9 (5) , 3568-3597 . Retrieved from <http://www.itobiad.com/tr/pub/issue/57287/766655>

İntihal /Plagiarism: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and confirmed to include no plagiarism. <http://www.itobiad.com/>

Copyright © Published by Mustafa YİĞİTOĞLU Since 2012 – Istanbul / Eyup, Turkey. All rights reserved.

Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi

Öz

Günümüz rekabetçi ortamında firmaların en büyük hedeflerinden biri market payında sürdürülebilirliğini sağlamak ve kar oranını artırmaktır. Bunu başarabilmek için güçlü bir Tedarik Zinciri yönetimi oldukça önemlidir. Tedarik Zincirinin verimli bir şekilde yönetilmesi için doğru tedarikçi seçimi oldukça önemlidir. Yanlış seçilecek bir tedarikçi tüm prosesin hatalı yürütmesine sebep olabilir. Seçim sürecinde karar vericilerin birbiriyle ters düşen amaçları ve gerçek hayattaki belirsizlikleri dikkate alması gerekmektedir. Çok Amaçlı Karar Verme problemlerinin çözümü için kullanılan yöntemlerden birisi de Hedef Programlamadır. Gerçek hayattaki belirsizlikler içinse Bulanık Mantıktan faydalanılmaktadır. Uygulama kısmında üç müşteri, üç ürün çeşidi ve dört tedarikçinin olduğu bir tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Her bir müşterinin, hangi tedarikçilerden hangi ürünleri ne miktarda alacağını belirlemek için beş hedef kriterine göre bir değerlendirme yapılmıştır. Amaçların doğru önem derecede belirlenebilmesi için, tedarikçi kriterleri detaylı bir şekilde incelenmiş, uzmanların görüşleri alınmıştır. Belirsizliklerin kriter seçiminde sayısal olarak ifade etmek için BAHF kullanılmıştır. Burdan çıkan önem sıralamasına göre, Öncelikli Hedef Programlamasının sıralaması belli olmuştur. Hedef Programlama seçilmesinin sebebi ise aynı anda birçok amacı birlikte gerçekleştirmeye çalışması olmuştur. Ancak, tüm amaçların birlikte tatmin edilmesi mümkün değildir. Bu amaçlar için belirlenen hedef değerlerinden birini arttırmaya / azaltmaya çalışmak diğeri üzerinde ters etki yapabilir. Bu durumda amaçlara karar verici tarafından öncelik verilmiştir. Karar vericilerin gerçek hayattaki belirsizlikleri dahil edebilmesi için model bulanık entegre edilerek, Bulanık Hedef Programlama metodu seçilmiştir. Bunun başlıca nedenlerinden biri gerçek hayatta karşılaşılan belirsizlikleri modele entegre ederek daha gerçekçi bir çözüm önerisi sunmak olmuştur. Önermiş olduğumuz bu yaklaşımda, Bulanık Mantık ve Hedef Programlamanın birleşiminden oluşan Bulanık Hedef Programlama tekniği esas alınmıştır. Bu şekilde firmanın hedeflerinin doğrultusunda daha önem vermiş olduğu kriterlere göre amaç fonksiyonu hesaplanarak, daha tatmin edici sonuç alınmasını sağlanmıştır. Öncelik sıralaması belli olan hedefler, Bulanık Hedef Programlama ile Gams yazılımında çözülmüş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Mantık, Hedef Programlama, Bulanık Hedef Programlama



Selection of Food Raw Material Suppliers Using Fuzzy Ahp and Fuzzy Goal Programming Approach

Abstract

Supplier selection is critical in order to manage a correct supply chain flow. To choose a wrong supplier can negatively impact the whole process. In the selection process, decision makers need to take into account conflicting goals and uncertainties of real life. Goal Programming technique which is one of the multi goal decision support techniques for prioritizing the objectives, is used quite frequently. Fuzzy Logic is used for uncertainties in real life. In this thesis, multi objective decision support programming approach is proposed to choose a raw material supplier where the selection problem has three customers, three product types and four suppliers. An evaluation was made according to five target criteria to determine which products and what quantity each customer will purchase from which suppliers. Fuzzy AHP was used in the application to determine the priority order of five different targets. Fuzzy Logic is included where there is uncertainty with goal programming. The reason for choosing Goal Programming is that it tries to realize many goals at the same time. However, it is not possible to satisfy all goals together. Trying to increase / decrease one of the target values set for these purposes may have an adverse effect on the other. In this case, the objectives were given priority by the decision maker. One of the main reasons for this was to offer a more realistic solution by integrating the uncertainties encountered in real life into the model. In this way, the goal function was calculated according to the criteria that the company gave more importance in line with its goals, and more satisfactory results were obtained. Objectives with certain priority order are solved in Gams software with Fuzzy Target Programming and the results are discussed.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Logic, Goal Programming, Fuzzy Goal Programming



1. Giriş

Tedarik kelimesinin sözlükteki anlamı, araştırarak bulmak, elde etmeyi sağlama gibi anlamlarda kullanılır. Teorik açıdan bakıldığında ise, üretilecek ürün için piyasadaki pazar araştırmasını, satın alma ve sonrasında, siparişi, yüklemeyi ve teslim etmeye kadar uzanan süreçlerini kapsayan bir kavramdır (Kırçova, 2006, s. 212-239). Tedarik zinciri ise, herhangi bir ürünün baştan oluşturulması ve en son olarak nihai müşterilere teslim edilmesini sağlayan, süreçlerin, insanların, bilgilerin, kaynakların dahi edildiği bir sistemdir (Ketchen, 2008, s. 235-243). Günümüz rekabetçi ortamında işletmeler pozisyonlarını korumak için hammadde ve üretim maliyetlerini düşürmek için satın aldıkları hammaddelerin, toplamdaki maliyete göre oldukça yüksek olması nedeniyle tedarik seçimini stratejilerine odaklanmışlardır. Bundan dolayı dolayı tedarikçi seçimi oldukça kritiktir ve bu seçim sürecinde bir farklı yöntem geliştirilmiştir (Karagöz, 2009, s. 35-36). Tedarikçi seçiminde ilk olarak tedarik edilmek istenilen hammaddelerin veya malzemelerin ne kadar, ne zaman elde edileceğine karar verilmesi gerekir. İşletmeler bu karara göre aday tedarikçileri belirler ve genellikle birden fazla ürünü aynı ve tanıdık tedarikçilerden almaya özen gösterirler. Bunun sebebi ise işletmeler, tedarikçilerin kendi hedeflerini doğrultusunda yönlendirir, stokları daha iyi takip etmelerini, kendi teknolojisini yakından takip etmelerini sağlayarak iyi bir işbirliği oluşturulması teşvik eder (Susuz, 2005).

Temelde iki farklı tedarikçi seçim problemi mevcuttur (Ghodsypour ve ark., 1998, s. 56-57);

1. Kısıtların olmadığı bir ortamda tedarikçi seçimi: Bu durumda tek tedarikçinin işletme için tüm ihtiyacı olan hammaddeyi, kaliteyi ve teslimatı temin edebildiği varsayılmaktadır.
2. Kısıtların olduğu ortamda tedarikçi seçimi: Bu durumda ise işletme ihtiyacını için tek bir tedarikçi gerekli olan hammadde ve diğer hususları karşılayamamaktadır. Bundan dolayı işletme birden fazla tedarikçi seçimi yaparak, kendi toplam gereksinimi karşılamak için tedarikçiler arasında denge kurmaktadır.

İşletmelerin tedarik seçimi için kullandığı kriterler sayesinde tedarikçilerin iş yapma potansiyeli belirlenmektedir. Tedarikçi kriterlerini değerlendirmek için literatürdeki en çok kullanılan çalışmalardan biri Dickson'un belirlemiş olduğu 23 kriter Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Weber, 1991, s. 2-3).

Tablo 2.1.'de ilk sütunda kriterlerin önem sıralaması yapılmıştır. İkinci sütunda ise tedarikçi seçimi için belirlenen kriterler belirlenmiştir. Üçüncü sütunda ise kriterlerin önem sıralaması araştırmaya katılanların verdiği verilere göre belirlenmiştir. Kriterlerin önem derecesi sözlü olarak son sütunda gösterilmiştir. (Weber ve ark., 2000, s. 90-94).



Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi

Tablo 2.1. Dickson'ın tanımladığı tedarikçi seçim kriterleri (Weber, 1991, s. 2-3).

Öncelik Sıralaması	Kriterler	Sıralama Puanı	Sözlü Değerlendirme
1	Kalite	3,508	Çok önemli
2	Teslim tarihine uyma	3,147	
3	Geçmiş dönem performansı	2,998	
4	Garanti politikası	2,849	
5	Üretim tesisleri ve kapasitesi	2,775	Önemli
6	Fiyat	2,758	
7	Teknik yeterlilik	2,545	
8	Finansal durum	2,514	
9	Prosedüre uyum	2,488	
10	Kontrata uyum	2,426	
11	İletişim sistemi	2,412	
12	Endüstrideki yeri	2,256	
13	İş yapma isteği	2,216	
14	Yönetim ve organizasyon	2,211	
15	Tamir servisi	2,187	Orta derecede önemli
16	Tutum	2,120	
17	Görüşme sonucu bıraktıkları etki	2,054	
18	Paketleme yeteneği	2,009	
19	İşçi ilişkileri kayıtları	2,003	
20	Coğrafi yer	1,872	
21	Geçmiş dönemde yapılan iş	1,597	
22	Ürün kullanımı sonrası eğitimi olanağı	1,537	
23	Karşılıklı anlaşmalar	0,610	Az önemli



Tedarikçi seçiminde karar verme aşamasında birden çok nitelik ve nicelik kriterleri mevcutsa bu durum çok kriterli karar verme'dir. Çok kriterli karar verme sürecinde matematik, ekonomi, psikoloji, bilişim gibi farklı disiplinlerden faydaniılmaktadır. Literatürde çok kriterli karar verme teknikleri olarak; AHP, ELECTRE, TOPSIS..vb kullanılabilir (Turan, 2014, s. 15-19). AHP, 1965 yılında L. Thomas Saaty tarafından ilk kez literatüre sunulmuştur ve 1971 senesinde ABD'de Savunma bakanlığında olasılık planlama problemlerinde çözüm olarak kullanılmıştır (Ayyıldız, 2003). AHP karmaşık problemleri, problemin ana hedefini baz alarak, kriterleri ve alt kriterlerdeki alternatifleri bağlantılarını, karar vericiye hiyerarşik bir yapıda görmesine olanak verir. AHP'nin karar vericinin sübjektif ve objektif düşüncelerini karar sürecine matematiksel olarak eklenmesini sağlaması AHP'nin önemli özelliklerinden biridir (Cebeci ve Kılınç, 2008).

Uygulama kısmında tedarikçi seçimi için farklı kriterler sunulmuş ve belirlenen hedeflere göre en uygun tedarikçiyi seçmek amaçlanmıştır.

Literatürde tedarikçi seçimi ile ilgili olarak birçok uygulama ve çözüm önerileri vardır. Uygulamada bahsi geçen problemi çözmek için çok amaçlı Bulanık Hedef Programlama Modeli kullanılmıştır. Birçok uzmanın görüşleri değerlendirilip, sayısal örnekle model uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Amaçların doğru önem derecede belirlenebilmesi için, tedarikçi kriterleri detaylı bir şekilde incelenmiş, uzmanların görüşleri alınmıştır. Belirsizliklerin kriter seçiminde sayısal olarak ifade etmek için BAHP kullanılmıştır. Burdan çıkan önem sıralamasına göre, Öncelikli Hedef Programlamasının sıralaması belli olmuştur.

Hedef Programlama seçilmesinin sebebi ise aynı anda birçok amacı birlikte gerçekleştirmeye çalışması olmuştur. Ancak, tüm amaçların birlikte tatmin edilmesi mümkün değildir. Bu amaçlar için belirlenen hedef değerlerinden birini arttırmaya / azaltmaya çalışmak diğeri üzerinde ters etki yapabilir. Bu durumda amaçlara karar verici tarafından öncelik verilmiştir. Karar vericilerin gerçek hayattaki belirsizlikleri dahil edebilmesi için model bulanık entegre edilerek, Bulanık Hedef Programlama metodu seçilmiştir. Bunun başlıca nedenlerinden biri gerçek hayatta karşılaşılan belirsizlikleri modele entegre ederek daha gerçekçi bir çözüm önerisi sunmak olmuştur.

Tedarikçi seçimleri, tüm üretim veya proses süreçlerinin doğru ve verimli ilerleyebilmesi ve Tedarik Zincirinin doğru çalışabilmesi için oldukça kritiktir. Yanlış bir tedarikçi seçimi tüm süreçlerin aksamasına sebep olabilmektedir. Doğru tedarikçiyi seçebilmek için amaçlanan hedeflerin, kısıtların, kriterlerin çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bunlarla beraber diğeri önemli bir husus da gerçek hayattaki belirsizliklerin bu problem çözümlerine dahil ederek, daha gerçekçi sonuçları elde etmektir.



Kriterleri, amaçları ve bunların arasındaki ilişkileri belirlerken, uzmanların tecrübelerini almak, gerçek hayattaki problemlerin yani belirsizliklerin kağıt üzerine daha iyi aktarılmasını sağlar.

Çok Amaçlı Karar Verme problemlerinin çözümü için literatürde geliştirilmiş çok sayıda yöntem vardır bunlardan birisi de Hedef Programlamadır. Önermiş olduğumuz bu yaklaşımda, Bulanık Mantık ve Hedef Programlamanın birleşiminden oluşan Bulanık Hedef Programlama tekniği esas alınmıştır. Bu şekilde firmanın hedeflerinin doğrultusunda daha önem vermiş olduğu kriterlere göre amaç fonksiyonu hesaplanarak, daha tatmin edici sonuç alınmasını sağlanmıştır.

Uygulama problemine göre, firmanın hedeflerini belirleyebilmek için uzman görüşlerinin detaylı geribildirimleri alınarak ve literatürdeki bilgiler incelenerek beş temel ana hedef belirlenmiştir. Öncelikli amaçlara ulaşmak için, belirlenen bu hedeflerin kendi içerisindeki önem derecelerini doğru belirlemek oldukça kritiktir. Bundan dolayı kriterleri belirlemek için en çok kullanılan yöntemlerden biri olan BAHP tekniği uygulanıp, öncelik sıralanması oluşturulmuştur. Öncelik sıralaması belli olan hedefler bulanıklaştırılarak, Bulanık Hedef Programlama modeli ile çözülmüştür. Çözüm sonucunda tüm hedeflerin önem sıralamasına göre, hangi fabrikanın hangi tedarikçiden ne kadar ürün alacağı, GAMS isimli yazılım kullanılarak çözülmüştür.

Uygulamış olduğumuz model hem belirsizliği ve riskleri hesaba dahil etmiştir, ve beş farklı amacı karşılamıştır. Hedef Programlama, Bulanık Mantık ve BAHP'nin bir arada olması modelin avantajlarından biridir.

2. Yöntem

AHP'yi uygulamak için, öncelikle problemin amacını belirleyip bu amaca ulaşmak için gerekli kriterleri ve varsa alt kriterleri tanımlayarak, hiyerarşik bir yapı oluşturulur. Kriterlerin belirlenmesi için uzman kişilerin görüşleri ve tecrübeleri değerlendirilebilir (Saaty, 1980, s. 37-85). Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterlerin ve varsa alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerini belirlemek için ikili kıyaslama matrisleri hazırlanır. Kriterlerin birbirleri arasındaki önem derecelerini belirleyip bu matrisi oluşturmak için Saaty (Saaty, 1980, s. 37-85) tarafından literatüre önerilen Tablo 1.'deki önem derece tablosu kullanılır.

Tablo 1: Önem Derece Tablosu

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit öneme sahiptir



3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine göre biraz kuvvetli kılmaktadır.
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine göre çokça kuvvetli kılmaktadır.
7	Çok fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine göre çokça kuvvetli kılmaktadır.
9	Aşırı derece önemli	Kriterlerden biri diğerine göre aşırı önemlidir ve ortada kanıt vardır.
2,4,6,8	Ara değerler	Dereceler arasında uzlaşma gerekli olduğunda kullanılır.

Kaynak : Saaty, 1980 (s. 37-85)'dan faydalanmıştır.

Yukarıdaki Tablo 1.'e göre hazırlanan ikili kıyaslama matris değerlerinde, kriterlerin birbirlerine göre öncelik derecelerinin hesaplanması için en büyük özdeğere eş gelen özvektörün lineer cebir kullanarak hesaplanması ve normalize edilmesi için her sütun elemanları toplanıp, bu toplamın her bir sütun elemanlarına bölünmesiyle devam eder. Sonrasında bu yeni oluşan matrisin satırları toplanarak, matrisin satırdaki eleman sayısına bölünür ve öncelik vektörleri hesaplanmış olur. En son kısımda isimde yapılan işlemin mantıklı olup olmadığını hesaplamak için tutarlılık sonucuna bakılır. Bunu ölçmek için Saaty tarafından önerilen tutarlılık oranı kullanılmaktadır. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan tesadüfilik göstergesi Tablo 2.'de verilmiştir. Eğer tutarlılık oranı 0,1'den küçükse işlemin tutarlı olduğu varsayılır (Satty, 1987, s. 161-176).

Tablo 2: Tesadüfilik Göstergesi

Matris Boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tesadüfilik Göstergesi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52

Kaynak : Saaty, 1987(s. 161-176) 'deki verilerden faydalanmıştır.

Analitik hiyerarşi süreç modeli belirsizliklerin olduğu durumlarda, karar vermeye uygun olmadığından, bulanık mantık ve AHP entegre edilerek bulanık analitik hiyerarşik proses ortaya konulmuştur. Bu durumda karar verici belirsizlik durumunda ara değerlendirme yaparak, kesin değerler yapmaktan kaçınmış olacaktır (Göksu, 2008). Bulanık analitik hiyerarşik prosesi literatüre ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) sayesinde kazandırılmıştır (Tüysüz, 2004). Sonrasında Buckley (1985), Chang (1996) ve Cheng (1996) tarafından bulanık analitik hiyerarşik proses yaklaşımlarının farklı çözüm algoritmaları ele alınmıştır (Üzgün, 2006). Bu tez çalışmasında Buckley (1985) bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır.



Buckley'in (1985) uygulamış olduğu modelin ilk basamağı AHP modelinden gelmektedir. AHP'de kullanılan klasik rasyonel sayıların yerine bulanık kümeler kullanılmaktadır. Buckley'in uygulamış olduğu bulanık AHP metodu, bulanık sayıları kullandığı ve belirsizliği dahil ettiği için işi komplike hale getirmeden mutlak bir sonucun çıkmasını sağlar (Özdemir ve Güneroğlu, 2017, s. 93-98).

Buckley'in bulanık analitik hiyerarşi yaklaşımının çözüm adımlarda, AHP'nin ilk adımında olduğu gibi burada seçimler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır ve matris tablosu oluşturulur. Klasik AHP seçim skalasının, bulanık üçgensel sayılarla ifade edildiği veri Tablo 3.4.'deki (Chan ve Kumar, 2007, s. 417-431) gibi ifade edilmiştir:

Tablo 3: Üçgensel Bulanık Sayı

Gerçek Sayı	Üçgensel Bulanık Sayı	Üçgensel Bulanık Sayıların Tersisi
1	(1,1,1)	(1,1,1)
2	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
3	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
6	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
7	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
8	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
9	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

Kaynak : Chan ve Kumar, 2007 (s. 417-431)'deki verilerden faydalanmıştır.

Tablo 3'e göre, uzmanların görüşleri alınarak (Denklem 1) eşitlikteki bulanık matris kıyaslama tablosu oluşturulur;

$$\tilde{C}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \tilde{d}_{12}^k & \dots & \tilde{d}_{1j}^k \\ \tilde{d}_{21}^k & \dots & \dots & \tilde{d}_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \tilde{d}_{n2}^k & \dots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (1)$$

\tilde{C}^k burada kıyaslama matrisini, \tilde{d}_{ij}^k ise i 'nin j 'ye göre karşılık gelen bulanık değerini ifade etmektedir. Birden fazla uzman görüşü alındığı zaman, tüm uzmanların sonuçları biraraya gelip toplanarak sonuç matrisi olan (Denklem 3) eşitliği elde edilmiş olunur. Bunun için (Denklem 2) eşitliği kullanılır.



$$\tilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^M \tilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (2)$$

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \cdots & \tilde{d}_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Sonrasında, her satır matrisin değeri için geometrik ortalama değerleri aşağıdaki eşitlik (Denklem 4) sayesinde alınır. Burada \tilde{r}_i bulanık üçgesensel sayıları temsil etmektedir.

$$\tilde{r}_i = (\prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij})^{1/n}, i=1,2,\dots,n \quad (4)$$

Bundan sonraki aşamada her satırın, bulanık ağırlıkları aşağıdaki eşitlik (Denklem 5) ile hesaplanır.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (l_i, m_i, u_i) \quad (5)$$

Burada \tilde{w}_i üçgensel bulanık sayı ağırlığını, (l, m, u) ise bulanık sayıları temsil etmektedir. L en düşük değeri, m ortalama değeri, u ise üst değeri temsil etmektedir.

Elde edilen değerlerin bulanıklıktan durulaşması ise (COA) alan merkezi metodu ile olur ve aşağıdaki eşitlik (Denklem 6) ile hesaplanır;

$$D_i = \frac{(l_i + m_i + u_i)}{3} \quad (6)$$

Elde edilen değerlerin normalize edilmesi için aşağıdaki eşitlik (Denklem 7) kullanılır.

$$N_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \quad (7)$$

Burada N_i , ana kriterin veya alt kriterin normalize ağırlığını göstermektedir. Buradaki son aşamada vektörlerin toplamının 1'e eşit olması gerekir. Burdan çıkan sonuca göre, kriterler arasındaki öncelik değerlendirilmesi yapılır.

Tedarikçi seçim problemlerinde, kriterler işletmenin hedefleri doğrultusunda değerlendirilir. Firmanın hedefleri ise gerçek hayatta hep belirsizlik içerir, yani diğer bir anlamda bu hedeflerde bulanıklık söz konusudur.

Klasik mantıkta herşeyin keskin bir şekilde ayrılması, günlük hayattaki belirsizlikleri karşılayamaması bulanık mantığın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bir durumun belirsiz olması, net olmaması, sınırların tam olarak kesinleşmemiş olması bulanıklık olarak tanımlanabilir. Literatüre bulanıklık kavramını ilk kez Profesör Lütüfi Zadeh 1961 senesinde kazandırmıştır. Zadeh, yapmış olduğu bir makalede bulanık mantığın klasik mantıkla açıklanamadığını ve yeni bir matematiksel yaklaşımının gerekli



olduğunu dile getirmiştir, bunun bilim dünyası tarafından kabul edilmesi kolay olmamıştır (Nguyen, 2005, s. 349-356).

Bulanıklık kavramını sayısal olarak ifade etmek için bulanık kümeler ortaya çıkmıştır ve bu kümeler üyelik fonksiyonları sayesinde tanımlanır. A ile göstereceğimiz bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ olarak ifade edilir ve bu değer, kümeye ait üyeliği 0-1 arasındaki bir sayıdır. Eğer $\mu_A(x)=1$ ise bunun anlamı x değerinin kesinlikle bu kümeye ait olduğunu göstermekle birlikte eğer $\mu_A(x)=0$ ise x değerinin kesinlikle bu kümeye ait olmadığını gösterir. Üyelik derecesi arttıkça x değerinin A kümesine olan aitliği de artacaktır. Bulanık kümelerin işlem yaparken kolaylık sağlamak için bulanık sayılar tercih edilir (Zimmermann, 1990, s. 35-85). $\mu_A(x)$ üçgenel üyelik fonksiyonu aşağıdaki formülle (Denklem 8) ifade edilir;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, & \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (8)$$

Bu formüle baktığımız zaman, A kümesi ; $A=(a_1, a_2, a_3)$ üçgenel bulanık fonksiyonu olarak ifade edilir. Bulanık mantıkta a_2 'deki belirsizliği, varsayımlanacak bir α katsayısı tolere edebilir, yani α katsayısına göre a_2 'ye yakın veya uzak değerler bu değere göre temsil edilebileceği varsayımlanmaktadır (Yaralıoğlu, 2005).

Üçgenel bulanık sayılar $\tilde{\alpha}=(\alpha_1, \alpha_m, \alpha_u)$ şeklinde gösterilir ve burdaki bir $\tilde{\alpha}$ bulanık sayısı, α_1 alt değeri, α_m normal değeri ve α_u olmak üzere 3 parametre tanımlanır. Üçgenin tabanını (α_1, α_u) aralığı ve tepe uç noktası ise α_m oluşturur. Bulanık sayısının genişliği ise $\alpha_u - \alpha_1$ olarak tanımlanır ve bu genişlik verilen gerçek kısıtlara göre değişir (Lootsma, 1997, s. 195).

α -kesimleri'de ise A olarak kabul edilen bir bulanık kümenin α -seviyesindeki kümesi basit küme olarak adlandırılır ve A_α olarak tanımlanır. A_α 'nın matematiksel dilde eşitliği (Denklem 9)'deki gibi gösterilir (Sakawa, 1993):

$$\{x | \mu_A(x) \geq \alpha\}, \quad \alpha \in [0, 1] \quad (9)$$

$\forall \alpha \in [0, 1]$ için A_α $[\alpha_1^\alpha, \alpha_3^\alpha]$ aralığı oluşabilir ve bur durumda α_1^α ve α_3^α değerlerinin hesaplanması eşitlik (Denklem 10) ve (Denklem 11) ile gösterilmiştir (Yaralıoğlu, 2005):

$$\alpha_1^\alpha = \alpha(\alpha_2 - \alpha_1) + \alpha_1 \quad (10)$$

$$\alpha_3^\alpha = \alpha_3 - \alpha(\alpha_3 - \alpha_2) \quad (11)$$

Bulanık işlemler sonrası elde edilen bulanık sayı kümesinden net bir anlam veya değere ulaşmaya durulaştırma denilir. Durulaştırma işlemi için birçok yöntem vardır. Bunlardan en çok tercih edilenleri; ağırlık merkezi (alan



merkezi) yönetmi, ortalama en büyük üyelik yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemidir (Ross, 2004). Bu uygulama çalışmasında ortalama en büyük yöntemi uygulanmıştır.

Ortalama en büyük yönteminde en büyük üyeliğe sahip değerlerin bir aralığı vardır yani tek bir noktada olmaması durumunda kullanılmaktadır. En büyük değere a ve en küçük değere b olarak kabul edersek, bunun matematiksel olarak gösterimi aşağıdaki eşitlik (Denklem 12)'deki gibidir (Sivanandam ve ark., 2007).

$$x^* = \frac{a+b}{2} \quad (12)$$

Uygulamalarda çok amaçlı doğrusal programlama problemlerini çözmek için en popüler yaklaşımlardan biri hedef programlamadır. Bunun sebebi basit olması ve çatışan amaçların sezgisel çözümü bulunabilmesi sayesinde. Ek olarak, hedef programlama doğrusal programlama yaklaşımlarının basit bir uzantısıdır (Lai ve Hwang, 1994, s. 139-262). Hedef programlamada; karar değişkenleri, sistem kısıtlayıcıları, hedef kısıtlayıcıları ve amaç fonksiyonu olmak üzere dört adet elemanı vardır (Cinemre, 2011, s. 726). "Doğrusal Hedef Programlama Modeli" nin genel matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Kwak ve ark., 1991, s. 252-265);

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^m w_i P_i (d_i^+ + d_i^-) \quad (\text{Amaç Fonksiyonu}) \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ik} X_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad (\text{Hedef Kısıtları}) \quad (14)$$

$$CX_{ij} \leq c \quad (\text{Sistem Kısıtları}) \quad (15)$$

$$X_{ij}, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (\text{Negatif olmama şartı}) \quad (16)$$

Yukarıdaki eşitliklerde:

- X_{ij} : Karar değişkenleri,
- b_i : i'inci hedefin düzeyi,
- d_i^- : Hedeflenen değere göre negatif sapma değeri (S_r^-),
- d_i^+ : Hedeflenen değere göre pozitif sapma değeri (S_r^+),
- w_i : i'inci hedefin sapma değişkenlerine verilmiş olan matematiksel ağırlıklar (diferansiyel ağırlık),
- c: Mevcut kaynak,
- C: Sistem kısıtı ile ilgili matris katsayısı,
- a_{ij} : Karar değişkeni katsayısı,
- P_i : i'inci hedefin öncelik (önem) düzeyidir.



Bulanık hedef programlamada; ya tüm hedefler aynı tercih doğrultusunda modellenir yani tüm hedeflerin eşit şekilde tatmin olması sağlanır ya da hedefler farklı öncelik doğrultusunda olabilir ve bu tercih sıralamasına bağlı olarak bir çözüm modellenir. Hedeflerin bulanık olduğunun varsayılp, kabullenildiği bir model (Denklem 17, 18, 19, 20) aşağıdaki gibi gösterilebilmektedir (Özkan, 2002);

$$\left. \begin{array}{l} (Ax)_i \cong b_i ; i = 1,2,3,\dots,m_1 \\ (Ax)_i \cong b_i ; i = m_1+1,\dots,m_2 \\ (Ax)_i \cong b_i ; i = m_1+1,\dots,m_2 \end{array} \right\} \text{ (Bulanık Hedefler) } \quad (17)$$

$$(Ax)_i (=, \leq, \geq) b_i ; i = 1,2,\dots,p \quad \text{(Bulanık Olmayan Kısıtlayıcılar)} \quad (18)$$

$$X_j \geq 0 ; j = 1,2,\dots,n \quad (19)$$

Bulanık eşitsizliğin üçgensel üyelik fonksiyonu $\mu_i(x)$ şu şekilde oluşturulur (Lai ve Hwang, 1994):

$$\mu_i(x) = \begin{cases} [(Ax)_i - (b_i - d_i)] / d_i, & b_i - d_i \leq (Ax)_i < b_i \\ [(b_i + d_i) - ((Ax)_i)] / d_i, & b_i \leq (Ax)_i < b_i + d_i \\ 0, & b_i + d_i < (Ax)_i \text{ veya } (Ax)_i < b_i - d_i \end{cases} \quad (20)$$

Burada; d_i hedef değerden kabul edilebilir maksimum sapmalardır (sübjektif olarak belirlenen). Üçgensel üyelik fonksiyonunda;

- b_i : istenilen değer,
- $b_i + d_i$: en iyimser değer,
- $b_i - d_i$: en kötümser değerdir.

3. Yöntem Uygulama

Bu ele alınan tedarikçi seçim probleminde, Tablo 4.'de aynı firmaya bağlı çikolata üreten 3 farklı fabrikanın (Fransa, Türkiye, Almanya Fabrikaları), satın alacakları 3 farklı hammaddede için, 4 tedarikçi adayını (Almanya, Fransa, Belçika ve Hollanda tedarikçileri) arasından seçim yapılmak istenmektedir.

Tedarikçi değerlendirmesinde kullanılacak kriterler için, literatürdeki tedarikçi seçim kriterleri, uzmanların görüşleri, firmanın ulaşmak istediği ana hedefler gözönüne alınmıştır. Bütün değerlendirmeler incelendikten sonra, maliyet, reddedilen hammadde yüzdesi (kalite), geç teslim edilen hammadde yüzdesi, tedarikçi esneklik risk performans faktörleri ve ekonomik faktör olmak üzere beş kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin öncelik sıralanmasının belirlenmesi için BAHF uygulanacak, daha sonra bulanık hedef programlama modellemesi yapılacak ve GAMS yazılımında çözülecektir.



Tablo 4: Tedarik Edilecek Hammadde

Müşteri/Ürün (aylık ton)	Şeker Tozu (ton)	Kakao Tozu (ton)	Süt Tozu (ton)
Fransa Fabrikası	1800	300	900
Türkiye Fabrikası	1200	200	600
Almanya Fabrikası	600	100	300

3.1. Bahp Yöntemi

Kriterleri oluştururken firmanın hedeflerine göre, uzman görüşleri ve tecrübeleri değerlendirilmiştir. Detaylı uzman görüşleri harmanlarak, bu 5 kriterin birbirlerine göre önemleri belirlenmesi ve sıralanması amaçlanılmıştır. Bu beş kriter; ürün maliyeti, reddedilen ürün yüzdesi, geç teslimat yüzdesi, tedarikçi esneklik risk performansı ve ekonomik risk faktörleridir ve Tablo 5.'de gösterilmiştir.

Tablo 5: Kriterler Tablosu

Z	Ürün Maliyeti
K	Red Ürünün Yüzdesi
D	Geç Teslimat Yüzdesi
T	Tedarikçi Esneklik Risk Performansı Faktörü
E	Ekonomik Risk Faktörü

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisini yapmak için, kriterler birbirleriyle kıyaslanmıştır. Kriterlerin birbirileri ile karşılaştırmalarını yapmak için tecrübeli uzman görüşleri alınmıştır. Sonrasında ikili karşılaştırma matrisi, klasik AHP skalasının üçgensel sayılarla ifade edildiği Tablo 6.'daki matris tablosu hazırlanır.

Tablo 6: Üçgensel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	Z	K	D	T	E
Z	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(5,6,7)
K	(1/3), (1/2),(1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,2,3)	(6,7,8)
D	(1/4),(1/3),(1/2)	(1/4),(1/3),(1/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(7,8,9)
T	(1/4),(1/3),(1/2)	(1/3), (1/2),(1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(7,8,9)
E	(1/7),(1/6),(1/5)	(1/8),(1/7),(1/6)	(1/9),(1/8),(1/7)	(1/9),(1/8),(1/7)	(1,1,1)



Sonrasında, her satırın bulanık geometrik ortalaması eşitlik (Denklem 4) ile hesaplanır. Değerler Tablo 7.'deki gibi oluşur;

Tablo 7: Bulanık Geometrik Ortalama Matrisi

	\tilde{r}_1	\tilde{r}_2	\tilde{r}_3
Z	1,82	2,55	3,2
K	1,31	1,83	2,49
D	0,84	0,97	1,17
T	0,89	1,05	1,35
E	0,18	0,2	0,23

Bu aşamadan sonra, her satırın bulanık ortalama ağırlığı alınarak Tablo 8 oluşturulur ve bu satırların bulanık ortalama ağırlığını hesaplamak için eşitlik (Denklem 5) kullanılır.

Tablo 8: Bulanık Ortalama Ağırlık Matrisi

\tilde{w}_i	l_i	m_i	u_i
Z	0,215	0,386	0,634
K	0,155	0,277	0,494
D	0,099	0,146	0,232
T	0,105	0,159	0,267
E	0,021	0,03	0,045

Sonrasında, kriterlerin bulanık ortalama değerlerinin, bulanıklıktan durulaşma fazına geçmesi için eşitlik (Denklem 6) kullanılır. Durulaşmış yeni matris verisi Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9: Durulaşmış Matris Tablosu

Z	0,412
K	0,309
D	0,159
T	0,177
E	0,032
Toplam	1,088



Bulanıklıktan kurtulan değerleri normalize ağırlık değerini hesaplamak için eşitlik (Denklem 7) kullanılır ve oluşan değerler Tablo 10.'da gösterilmiştir.

Tablo 10: Kriterlerin Normalize Değer Matrisi

Z	0,378
K	0,284
D	0,146
T	0,163
E	0,029
Toplam	1,000

Bu sonuca göre öncelik sıralaması sırasıyla:

- Maliyet = Alınan ürünlerin maliyetlerinin minimize edilmesi
- Kalite= Red edilen hammadde yüzdesinin minimize edilmesi
- Tedarikçi esneklik risk performansı = Tedarikçilerin risk performansının minimize edilmesi
- Geç Teslimat Yüzdesi= Alınan ürünlerin geç teslim olması yüzdesinin minimize edilmesi
- Ekonomi = Ekonomik risk faktörünün minimize edilmesi olarak belirlenir.

3.2. Bulanık Hedef Programlama

Modelde uygulanan bulanık hedef programlama aşağıdaki verilerle ifade edilmiştir.

i Müşteriler ($i= 1, 2, 3$)

j Tedarikçiler ($j=1, 2, 3, 4$)

k Ürünler ($k=1, 2, 3$)

a_{ijk} : i müşterisi tarafından j tedarikçisinden sipariş edilen k ürününün miktarı

z_{ijk} : i müşterisi tarafından j tedarikçisinden sipariş edilen k ürününün birim maliyeti

R_{ik} : i müşterisinin k ürününe olan talebi

K_{ijk} : i müşterisinin j tedarikçisinden aldığı ürünlerin reddedilme yüzdesi

D_{ijk} : i müşterisinin j tedarikçisinden geç teslim aldığı ürünlerin yüzdesi

T_{ij} : Tedarikçi performansının risk faktörü



E_{ij} : Ekonomik çevre risk faktörü

h_{ik}^u : i müşterisinin k ürünü için sipariş miktarı üst sınırı

h_{ik}^l : i müşterisinin k ürünü için sipariş miktarı alt sınırı

Aşağıdaki \sim sembolü bulanıklığı, " α " kabul edilen risk seviyesini ve \tilde{g}_i ilgili bulanık değişkenin üst sınırını ifade etmektedir. Bu model bilgisayar ortamında GAMS (the General Algebraic Modelin System) yazılımı ile çözülecektir. Kısıtlar ise;

- Talep ve sipariş edilen miktar birbirlerini karşılamalıdır.
- Müşteri sipariş alt sınırı, sipariş edilen hammadde miktarının altında olmamalıdır.
- Müşteri sipariş üst sınır, sipariş edilen hammadde miktarının üstünde olmamalıdır.
- Satın alınmak istenen sipariş edilen hammadde miktarı negatif olamaz.

Min $\{\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \tilde{g}_3, \tilde{g}_4, \tilde{g}_5\}$ modelinin çözümü aşağıdaki denklemlerle çözülür;

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \tilde{z}_{ijk} a_{ijk} \leq \tilde{g}_1 \right) \leq a_1 \quad (21)$$

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \tilde{k}_{ijk} a_{ijk} \leq \tilde{g}_2 \right) \leq a_2 \quad (22)$$

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \tilde{d}_{ijk} a_{ijk} \leq \tilde{g}_3 \right) \leq a_3 \quad (23)$$

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \tilde{t}_{ij} a_{ijk} \leq \tilde{g}_4 \right) \leq a_4 \quad (24)$$

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \tilde{e}_{ij} a_{ijk} \leq \tilde{g}_5 \right) \leq a_5 \quad (25)$$

$$\pi \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ijk} \geq \sum_{i=1}^m R_{ik} \right) \leq a_6 \quad (26)$$

$$\pi (a_{ijk} \geq h_{ik}^l) \leq \alpha_7 \quad \forall i,j,k \quad (27)$$

$$\pi (a_{ijk} \leq h_{ik}^u) \leq \alpha_8 \quad \forall i,j,k \quad (28)$$

Bu bölümde göstereceğimiz birim ton maliyetleri red yüzdeleri, geç teslimat yüzdeleri, tedarikçi risk faktörü, ekonomik çevre faktörü verileri ise kesin olarak ifade edilemediği için üçgensel bulanık sayılarla $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ verilmiştir.

Problemin çözümü için bilgisayar ortamında verilerin kesin sayılara dönüştürülmesi gerekir. Bunu sağlamak için bulanık sayıları "ortalama en büyük üyelik" yöntemi ile durulaştırarak kesin sayılara dönüştürülmüştür. Durulaştırmada α -kesim değeri 0.6 olarak kabul edilip, üyelik değerleri bu α -kesim'e göre yapılmıştır.



4. Verilerin Sayısal İfade Edilmesi

Modelin uygulanması aşağıdaki adımlarla gösterilmiştir;

Siparişlerin alt-üst miktarları sabit olduğundan dolayı, tablodaki veriler kesin sayılarla gösterilmiştir.

Tablo 1: Müşterilerin Aylık Ürün Talepleri

Müşteri/Ürün	Şeker Tozu (ton)	Kakao Tozu (ton)	Süt Tozu (ton)
Fransa Fabrikası	1800	300	900
Türkiye Fabrikası	1200	200	600
Almanya Fabrikası	600	100	300

Tablo 2: Müşterilerin Sipariş Miktarı Alt Sınırları

Müşteri/Ürün	Şeker Tozu (ton)	Kakao Tozu (ton)	Süt Tozu (ton)
Fransa Fabrikası	1800	300	900
Türkiye Fabrikası	1200	200	600
Almanya Fabrikası	600	100	300

Tablo 3: Müşterilerin Sipariş Miktarı Üst Sınırları

Müşteri/Ürün	Şeker Tozu (ton)	Kakao Tozu (ton)	Süt Tozu (ton)
Fransa Fabrikası	2500	500	1200
Türkiye Fabrikası	1600	400	850
Almanya Fabrikası	820	340	520

Bu bölümde göstereceğimiz birim ton maliyetleri, red yüzdeleri, geç teslimat yüzdeleri, tedarikçi esneklik risk faktörü, ekonomik faktörü verileri ise kesin olarak ifade edilemediği için üçgensel bulanık sayılarla $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ verilmiştir.

Problemin çözümü için bilgisayar ortamında verilerin kesin sayılara dönüştürülmesi gerekir. Bunu sağlamak için bulanık sayıları "Ortalama En Büyük Üyelik " yöntemi ile durulaştırılarak kesin sayılara dönüştürülmüştür.

Durulaştırmada α -kesim değeri 0,6 olarak kabul edilip, üyelik değerleri bu α -kesim'e göre yapılmıştır.



Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi

Hesaplanan üyelik fonksiyonlarının alt ve üst sınırları a_1^α ve a_3^α ile gösterilmiştir. a^* ise bulanık sayının kesin sayı olarak ifade edilmiş halidir.

Ortalama en büyük üyelik yönteminde; a^* : durulaştırılmış bulanık sayı ise, aşağıdaki eşitlik (Denklem 6.55) ile hesaplanmıştır.

$$a^* = \frac{a_1^\alpha + a_3^\alpha}{2}$$

(6.55)

Tablo 4: Şeker Tozu İçin Maliyetlerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

alfa kesim degeri: 0,6	a1	a2	a3	a1a	a3a	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,14	0,15	0,17	0,15	0,16	0,15
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,15	0,15	0,17	0,15	0,16	0,15
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,15	0,15	0,17	0,15	0,16	0,15
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,20	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,30	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	0,32

Tablo 15: Kakao Tozu İçin Maliyetlerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

alfa kesim degeri: 0,6	a1	a2	a3	a1a	a3a	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	14,1 2	14,4 5	15,04	14,32	14,69	14,5 0
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	14,0 8	14,4 2	15,02	14,28	14,66	14,4 7
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	13,2 2	13,9 8	14,5 6	13,6 8	14,2 1	13,9 4



Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	20,1 2	20,8 4	21,3 8	20,5 5	21,0 6	20,8 0
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	20,0 7	20,8 6	21,4 3	20,5 4	21,0 9	20,8 2
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	20,7 6	21,1 4	22,0 1	20,9 9	21,4 9	21,2 4
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	8,07	8,42	8,93	8,28	8,62	8,45
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	8,12	8,50	8,70	8,35	8,58	8,46
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	8,15	8,48	8,90	8,35	8,65	8,50
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	16,9 3	17,7 8	18,5 6	17,4 4	18,0 9	17,7 7
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	16,8 6	18,0 2	18,6 2	17,5 6	18,2 6	17,9 1
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	17,0 3	18,4 6	18,9 3	17,8 9	18,6 5	18,2 7

Tablo 16: Süt Tozu İçin Maliyetlerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	2,02	2,08	2,14	2,06	2,10	2,08
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	2,17	2,25	2,37	2,22	2,30	2,26
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	2,28	2,31	2,52	2,30	2,39	2,35
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	2,78	2,84	2,93	2,82	2,88	2,85
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	2,92	3,10	3,15	3,03	3,12	3,07
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	2,89	3,04	3,06	2,98	3,05	3,01
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	2,45	2,57	2,65	2,52	2,60	2,56
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	2,54	2,67	3,04	2,62	2,82	2,72
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	2,52	2,61	2,80	2,57	2,69	2,63
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	2,78	2,83	2,95	2,81	2,88	2,84
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	3,08	3,17	3,23	3,13	3,19	3,16
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	3,01	3,14	3,21	3,09	3,17	3,13



Tablo 17: Şeker Tozu İçin Reddedilen Yüzdelerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,052	0,058	0,062	0,056	0,060	0,058
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,059	0,064	0,067	0,062	0,065	0,064
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,061	0,072	0,073	0,068	0,072	0,070
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,034	0,042	0,048	0,039	0,044	0,042
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,037	0,047	0,052	0,043	0,049	0,046
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,052	0,062	0,067	0,058	0,064	0,061
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,023	0,028	0,031	0,026	0,029	0,028
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,027	0,031	0,042	0,029	0,035	0,032
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,031	0,042	0,051	0,038	0,046	0,042
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,046	0,049	0,052	0,048	0,050	0,049
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,052	0,059	0,063	0,056	0,061	0,058
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,058	0,066	0,071	0,063	0,068	0,065

Tablo 18: Kakao Tozu İçin Reddedilen Yüzdelerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,071	0,073	0,078	0,072	0,075	0,074



Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,076	0,08 1	0,08 5	0,07 9	0,08 3	0,08 1
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,078	0,08 1	0,08 8	0,08 0	0,08 4	0,08 2
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,022	0,02 5	0,02 3	0,02 4	0,02 4	0,02 4
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,024	0,02 6	0,03 2	0,02 5	0,02 8	0,02 7
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,027	0,03 1	0,03 6	0,02 9	0,03 3	0,03 1
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,018	0,02 1	0,02 6	0,02 0	0,02 3	0,02 1
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,022	0,02 8	0,03 4	0,02 6	0,03 0	0,02 8
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,033	0,03 7	0,04 0	0,03 5	0,03 8	0,03 7
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,061	0,06 7	0,07 1	0,06 5	0,06 9	0,06 7
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,067	0,07 2	0,07 6	0,07 0	0,07 4	0,07 2
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,073	0,07 7	0,08 0	0,07 5	0,07 8	0,07 7

Tablo 19: Süt Tozu İçin Reddedilen Yüzdelerin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim değeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,068	0,07 3	0,08 2	0,07 1	0,07 7	0,07 4
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,069	0,07 8	0,08 3	0,07 4	0,08 0	0,07 7
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,072	0,08 3	0,08 7	0,07 9	0,08 5	0,08 2
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,019	0,02 1	0,02 5	0,02 0	0,02 3	0,02 1
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,024	0,02 6	0,03 2	0,02 5	0,02 8	0,02 7
Almanya	0,025	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02



Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi						
Fabrikası/AlmanyaTedarikçisi		9	5	7	1	9
Fransa Fabrikası/BelçikaTedarikçisi	0,018	0,02 1	0,03 1	0,02 0	0,02 5	0,02 2
Türkiye Fabrikası/BelçikaTedarikçisi	0,023	0,02 6	0,03 2	0,02 5	0,02 8	0,02 7
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,017	0,02 8	0,03 4	0,02 4	0,03 0	0,02 7
Fransa Fabrikası/HollandaTedarikçisi	0,013	0,01 6	0,01 9	0,01 5	0,01 7	0,01 6
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,018	0,02 1	0,02 6	0,02 0	0,02 3	0,02 1
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,019	0,02 3	0,02 8	0,02 1	0,02 5	0,02 3

Tablo 20: Fransa Tedarikçisi İçin Tedarikçi Esneklik Risk Performansı Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,121	0,141	0,150	0,133	0,145	0,139
Türkiye Fabrikası	0,210	0,240	0,245	0,228	0,242	0,235
Almanya Fabrikası	0,160	0,180	0,250	0,172	0,208	0,190

Tablo 21: Almanya Tedarikçisi İçin Tedarikçi Esneklik Risk Performansı Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,140	0,160	0,180	0,152	0,168	0,160
Türkiye Fabrikası	0,170	0,210	0,250	0,194	0,226	0,210
Almanya Fabrikası	0,180	0,220	0,260	0,204	0,236	0,220

Tablo 22: Belçika Tedarikçisi İçin Tedarikçi Esneklik Risk Performansı Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,212	0,219	0,225	0,216	0,221	0,219



Türkiye Fabrikası	0,203	0,211	0,219	0,208	0,214	0,211
Almanya Fabrikası	0,223	0,231	0,235	0,228	0,233	0,230

Tablo 23: Hollanda Tedarikçisi İçin Tedarikçi Esneklik Risk Performansı Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,216	0,221	0,224	0,219	0,222	0,221
Türkiye Fabrikası	0,222	0,231	0,236	0,227	0,233	0,230
Almanya Fabrikası	0,237	0,245	0,254	0,242	0,249	0,245

Tablo 24: Şeker Tozu İçin Geç Teslimat Yüzdelerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a ₃ _a	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,013	0,018	0,020	0,016	0,019	0,017
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,028	0,034	0,041	0,032	0,037	0,034
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,017	0,022	0,029	0,020	0,025	0,022
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,017	0,019	0,021	0,018	0,020	0,019
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,034	0,042	0,051	0,039	0,046	0,042
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,010	0,015	0,017	0,013	0,016	0,014
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,014	0,018	0,020	0,016	0,019	0,018
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,028	0,030	0,038	0,030	0,034	0,032



Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi

		1		0		
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,024	0,028	0,031	0,026	0,029	0,028
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,023	0,030	0,036	0,027	0,032	0,030
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,024	0,031	0,031	0,028	0,031	0,030
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,019	0,029	0,039	0,025	0,033	0,029

Tablo 25: Kakao Tozu İçin Geç Teslimat Yüzdelerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a1	a2	a3	a1a	a3a	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,071	0,073	0,078	0,072	0,075	0,074
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,076	0,081	0,085	0,079	0,083	0,081
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,078	0,081	0,088	0,080	0,084	0,082
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,022	0,025	0,023	0,024	0,024	0,024
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,024	0,026	0,032	0,025	0,028	0,027
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,027	0,031	0,036	0,029	0,033	0,031
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,018	0,021	0,026	0,020	0,023	0,021
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,022	0,028	0,034	0,026	0,030	0,028
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,033	0,037	0,040	0,035	0,038	0,037
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,061	0,067	0,071	0,065	0,069	0,067



Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,06 7	0,07 2	0,07 6	0,07 0	0,07 4	0,07 2
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,07 3	0,07 7	0,08 0	0,07 5	0,07 8	0,07 7

Tablo 26: Süt Tozu İçin Geç Teslimat Yüzdelerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim degeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,032	0,035	0,038	0,034	0,036	0,035
Türkiye Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,041	0,046	0,051	0,044	0,048	0,046
Almanya Fabrikası/Fransa Tedarikçisi	0,034	0,042	0,047	0,039	0,044	0,041
Fransa Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,038	0,044	0,052	0,042	0,047	0,044
Türkiye Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,062	0,064	0,067	0,063	0,065	0,064
Almanya Fabrikası/Almanya Tedarikçisi	0,030	0,035	0,039	0,033	0,037	0,035
Fransa Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,019	0,022	0,034	0,021	0,027	0,024
Türkiye Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,025	0,028	0,036	0,027	0,031	0,029
Almanya Fabrikası/Belçika Tedarikçisi	0,019	0,031	0,035	0,026	0,033	0,029
Fransa Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,014	0,018	0,021	0,016	0,019	0,018
Türkiye Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,017	0,023	0,037	0,021	0,029	0,025
Almanya Fabrikası/Hollanda Tedarikçisi	0,021	0,024	0,027	0,023	0,025	0,024



Tablo 27: Fransa Tedarikçisi İçin Ekonomik Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim değeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,080	0,090	0,101	0,086	0,094	0,090
Türkiye Fabrikası	0,115	0,128	0,150	0,123	0,137	0,130
Almanya Fabrikası	0,090	0,110	0,123	0,102	0,115	0,109

Tablo 28: Hollanda Tedarikçisi İçin Ekonomik Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim değeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,213	0,218	0,221	0,216	0,219	0,218
Türkiye Fabrikası	0,219	0,228	0,232	0,224	0,230	0,227
Almanya Fabrikası	0,234	0,241	0,252	0,238	0,245	0,242

Tablo 29: Belçika Tedarikçisi İçin Ekonomik Çevre Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim değeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,106	0,113	0,119	0,110	0,115	0,113
Türkiye Fabrikası	0,100	0,105	0,112	0,103	0,108	0,105
Almanya Fabrikası	0,095	0,104	0,114	0,100	0,108	0,104

Tablo 30: Almanya Tedarikçisi İçin Ekonomik Risk Faktörlerinin Bulanık Sayılarla Gösterimi

<i>alfa kesim değeri: 0,6</i>	a ₁	a ₂	a ₃	a _{1a}	a _{3a}	a ^a
Fransa Fabrikası	0,112	0,116	0,123	0,114	0,119	0,117
Türkiye Fabrikası	0,124	0,128	0,130	0,126	0,129	0,128
Almanya Fabrikası	0,092	0,095	0,098	0,094	0,096	0,095



4. Sonuç ve Öneriler

Model Gams tarafından çözüldükten sonra aşağıdaki sonuç karşımıza Şekil 1.'teki gibi çıkmıştır.

Compilation		---- EQU pozitiflik				
Equation Listing	SOLV...		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
Equation						
Column Listing	SOLV...					
Column						
Model Statistics	SOLV...	fransafab .fransated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Solution Report	SOLV...	fransafab .fransated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
SoIEQU		fransafab .fransated .sut_tozu	.	.	+INF	.
SoIVAR		fransafab .almanyated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Equation Listing	SOLV...	fransafab .almanyated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Equation		fransafab .almanyated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Column Listing	SOLV...	fransafab .belcikated .seker_tozu	.	1800.0000	+INF	.
Column		fransafab .belcikated .kacao_tozu	.	300.0000	+INF	.
Model Statistics	SOLV...	fransafab .belcikated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Solution Report	SOLV...	fransafab .hollandated .seker_tozu	.	.	+INF	.
SoIEQU		fransafab .hollandated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
SoIVAR		fransafab .hollandated .sut_tozu	.	900.0000	+INF	.
Equation Listing	SOLV...	turkiyefab .fransated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Equation		turkiyefab .fransated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Column Listing	SOLV...	turkiyefab .fransated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Column		turkiyefab .almanyated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Model Statistics	SOLV...	turkiyefab .almanyated .kacao_tozu	.	200.0000	+INF	.
Solution Report	SOLV...	turkiyefab .almanyated .sut_tozu	.	.	+INF	.
SoIEQU		turkiyefab .almanyated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
SoIVAR		turkiyefab .almanyated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Equation Listing	SOLV...	turkiyefab .belcikated .seker_tozu	.	1200.0000	+INF	.
Equation		turkiyefab .belcikated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Column Listing	SOLV...	turkiyefab .belcikated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Column		turkiyefab .hollandated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Model Statistics	SOLV...	turkiyefab .hollandated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Solution Report	SOLV...	turkiyefab .hollandated .sut_tozu	.	600.0000	+INF	.
SoIEQU		turkiyefab .hollandated .seker_tozu	.	.	+INF	.
SoIVAR		turkiyefab .hollandated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Equation Listing	SOLV...	almanyafab .fransated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Equation		almanyafab .fransated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Column Listing	SOLV...	almanyafab .fransated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Column		almanyafab .almanyated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Model Statistics	SOLV...	almanyafab .almanyated .kacao_tozu	.	100.0000	+INF	.
Solution Report	SOLV...	almanyafab .almanyated .sut_tozu	.	.	+INF	.
SoIEQU		almanyafab .almanyated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
SoIVAR		almanyafab .almanyated .sut_tozu	.	600.0000	+INF	.
Equation Listing	SOLV...	almanyafab .belcikated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Equation		almanyafab .belcikated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Column Listing	SOLV...	almanyafab .belcikated .sut_tozu	.	.	+INF	.
Column		almanyafab .hollandated .seker_tozu	.	.	+INF	.
Model Statistics	SOLV...	almanyafab .hollandated .kacao_tozu	.	.	+INF	.
Solution Report	SOLV...	almanyafab .hollandated .sut_tozu	.	300.0000	+INF	.

Şekil 1: Gams Model Sonucu

Sonuçları detaylı incelediğimiz zaman, Fransa fabrikasının şeker ve kakao tozunun yüzde yüzünü Belçika tedarikçisinden elde ettiğini, süt tozunun yüzde yüzünü ise Hollanda tedarikçisinden elde ettiği gözlemlenmiştir. Türkiye fabrikası ise kakao tozunun tamamını Almanya tedarikçisinden, şeker tozunun tamamını Belçika tedarikçisinden ve süt tozunun tamamını ise Hollanda tedarikçisinden seçmiştir. Almanya fabrikası kakao ihtiyacının tamamını Almanya tedarikçisinden, şeker tozu ihtiyacını Belçika tedarikçisinden ve süt tozunun tamamını ise Belçika tedarikçisinden seçmiştir. Fransa tedarikçisi hiçbir fabrika tarafından seçilmemiştir.

Diğer hedef kısıtlarını sabit tutup, toplam maliyeti artırdığımız zaman (5000000 euro) sonuçların aynı kaldığı gözlemlenmiştir.

Diğer hedef kısıtlarını sabit tutup, maliyeti düşürdüğümüz zaman (1000 euro), Fransa fabrikasının süt tozunu Fransa tedarikçisinden temin ettiği gözlemlenmiştir. Türkiye fabrikasının, kakao tozunu Belçika tedarikçisinden temin ettiğini, süt tozunu ise %50'sini Fransa tedarikçisinden, %50'sini ise Belçika tedarikçisinden elde ettiği gözlemlenmiştir. Almanya fabrikasının ise



tüm hammaddeleri Belçika tedarikçisinden temin ettiği gözlemlenmiştir. Hammadde red yüzdesi, geç teslimat yüzdesi, tedarikçi performansı ve ekonomik parametreler ayrı ayrı değiştirildiğinde (diğer kısıtlar sabit tutularak) sonucun değişmediği gözlemlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda hedeflerdeki değişikliklerin, sonuçları etkileyip etkilemediği gözlemlenmiştir. Örneğin toplam maliyet hedefi artırıldığı zaman bunun tedarikçi seçiminde etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak tam tersi maliyet hedefi düşürüldüğü zaman, bazı tedarikçilerde maliyeti daha az, kalitesi diğerlerine göre nisbeten daha düşük olan tedarikçi seçim değişikliği gözlemlenmiştir. BAHF tarafından belirlenip daha alt sıralarda olan kriterlerde yapılan değişikliklerin ana çıktıyı çok etkilemediği gözlemlenmiştir. Kullanmış olduğumuz Bulanık Hedef Proglamlamada, α kesim değerleri ($\alpha=0,6$) de sonucu etkilemiştir. Farklı α değerleri içinde problemin çözümünde farklılıklar görülecektir.

İlerleyen çalışmalarda, kriterlerin artırılması, müşterilerin sayısı, ürün çeşitliliği ve tedarikçi sayılarının farklı kombinasyonlarıyla uygulama çalışmaları yapılabilir. Belirlenen kriterlerin sıralamaları farklı metodlar kullanılarak ve farklı α kesim yöntemleriyle çözümlere gidilebilir.

Kaynakça

Ayyıldız, G., (2003). CIM Yatırımlarının Bulanık AHP Yöntemi İle değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Cebeci, U. ve Kiliç, (2008). Hastane Yeri seçiminde Analitik Hiyerarşi yöntemi Uygulanması. İTÜ Şletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

Cinemre, N., (2011). Doğrusal programlama, İkinci Baskı, Evrim Yayınevi, İstanbul-Türkiye, Sayfa 726.

Chan, F. T. S., Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach. Omega, 35 (4): 417-431.

Karagöz, S. (2009). Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi ve AHP ile Uygulaması. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Ketchen, D. J., Rebarick, W., Hult, G. T. M., Meyer, D. (2008). Best Value Supply Chains: A Key Competitive Weapon for the 21st Century. Business Horizons, 51: 235-243.

Kırçova, İ. (2006). Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Elektronik Tedarik Sistemleri ve Avantajları, İstanbul. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 7, Sayı 25, s: 212-239.



- Kwak, N.K., Lee, C.W. ve Kim, J.H., (2005). An MCDM model for media selection in the dual consumer/industrial market, *European Journal of Operational Research*, 166(1): 255- 265.
- Lai, Y.J ve Hwang, C.L., (1994). *Fuzzy Multiple Objective Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin: pg 139-262.
- Lootsma, F. A. (1997). *Fuzzy Logic for Planning and Decision Making*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: pg 195.
- Nguyen, H. T. (2005). Fuzzy and Random Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 156(3): 349–356
- Özdemir, Ü., Güneroğlu, A. (2017). Quantitative Analysis of the World Sea Piracy by Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methodologies. *International Journal of Transport Economics*, in progress (pg: 93-98).
- Özkan, M. M., (2003). *Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama Denemesi*. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Saaty R.W., (1987). The Analytic Hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, Vol 9, Issue 3-5, 1987, pp 161-176.
- Saaty, T.L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 37-85.
- Sakawa, M. (1993). *Fuzzy Sets and Interactive Multiobjective Optimization*. Plenum Press, New York.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S., Deepa, S. N. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Susuz, Z. (2005). *Analitik Hiyerarşi Prosesi'ne Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli*. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Turan, G. (2014). *Çok Kriterli Karar Verme, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Dora Yayınları, Bursa-Türkiye, (ss. 15-19).
- Üzgün, T. (2006). *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Wang, T.Y. ve Yang, Y.H., (2009). A Fuzzy Model for Supplier Selection in Quantity Discount Environments, *Expert Systems with Applications*, 36:12179-12187.
- Yaralıoğlu, K. (2015) *Bulanık Mantık*, http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul_man.doc, Erişim Tarihi: 04.01.2015
- Zimmermann, H.J., (1990). *Fuzzy Set Theory and its Application*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 35-85.

