

BULANIK AHP YAKLAŞIMINDA DUYARLILIK ANALİZLERİ: YENİ BİR HAMMADDE TEDARİKÇİSİNİN ÇÖZÜME EKLENMESİ

Aşkın ÖZDAĞOĞLU*

ÖZET

Matematiksel programlama ile çözülen örnek karar verme problemlerinde genellikle model katsayıları hazır olarak sunulur, ancak gerçek işletme problemlerinde bu değerlere ulaşmak kolay olmamakla beraber, karar vericiler bu katsayı ya da diğer model değerlerinin ne kadar hassas oldukları konusunda bilgi sahibi olmak isterler, bu anlamda duyarlılık analizleri yapılmaktadır. Klasik ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi genellikle, kalitatif olarak tanımlanabilen karar problemlerinde ve özellikle seçim problemlerinde sıklıkla tercih edilen matematik tabanlı bir yaklaşımdır. Alternatiflerin ikili karşılaştırılarak değerlendirilmesi sonucunda ağırlıklar elde edilerek öncelik sıralamasına ulaşılmakta olup, bu ağırlık değerlerinin yeni bir alternatif eklenmesi durumunda hangi aralık içinde kalacağı, başka bir deyişle duyarlılık sınırlarının ne olacağı, bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Örnek bir problem olarak bir işletmenin hammadde seçim problemi ele alınmış ve önerilen duyarlılık analizi yaklaşımı ayrıntılı olarak söz konusu problem üzerinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Duyarlılık Analizleri, Seçim Kriterleri

SENSITIVITY ANALYSIS IN THE FUZZY-AHP APPROACH: ADDING A NEW RAW MATERIAL SUPPLIER

ABSTRACT

Model coefficients are generally prepared in the decision problems which are solved with the mathematical programming. Although, gaining the model coefficients in real business problems is very hard, furthermore decision makers want to know the sensitivity of these coefficients and model values, in this concept the sensitivity analysis of Fuzzy Analytical Hierarchy Process is performed and an approach is constructed within the study. Classic and fuzzy analytic hierarchy process are the mathematical based approaches preferred in the decision problems which can be defined as quantitative and especially selection problems. Priority levels are reached by gaining the importance levels after the evaluation of the alternatives through the use of the pairwise comparison matrices. Interval of these importance values in case of the addition of the new alternative, in other words the boundaries of the sensitivity are the main purpose of this study. As an example, a company's raw material selection problem is analyzed and the proposed sensitivity analysis approach is presented in this problem in details.

Keywords: Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Sensitivity Analysis, Selection Criteria

*Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İzmir

1. GİRİŞ

Matematiksel programlama problemlerinde katsayılar bilindiği halde işletmecilik hayatında katsayılar her zaman kolaylıkla belirlenemeyebilir. Yöneticiler bu nedenle çoğu kez matematiksel programlama problemlerinin bileşenlerinde meydana gelebilecek değişmelerin optimum çözüme etkisini bilmek isterler. Çünkü yöneticiler sadece problemin optimal çözümü ile ilgilenmemelidirler. Ulaşılan optimal çözüm, problemin katsayıları sabit kaldığı sürece geçerlidir. Aslında karar verici yöneticiler, yeni bir faaliyetin eklenmesi halinde daha önce elde ettiği optimal çözümün optimallikten çıkarak değişeceğini bilir. Bulanık AHP çalışmalarında da karar verici grup, söz konusu seçim problemlerinde ilk elde edilen öncelik/ağırlık değerlerinin, yeni bir alternatifin eklenmesi durumunda, hangi koşullarda değişeceğini, hangi aralık içinde kalabileceğini bilmek isterler. Bu motivasyondan yola çıkılarak, çalışmada, hesaplanan ağırlık değerlerine, matematiksel programlama problemlerindeki gibi bir duyarlılık yaklaşımı yapıldığında, duyarlılık analizleri için çözüme yeni bir alternatif eklenmesi durumunda önem düzeylerinin nasıl bir değişim göstereceği incelenmiş, oluşturulan yaklaşım, sık karşılaşılan hammadde kaynağı seçim problemi üzerinde açıklanarak sunulmuştur.

Bir gıda firmasında yönetim kademesinde bulunan kişilerle görüşmeler yapılarak üretimde kullanılacak hammadde seçim kriterlerinin ve bu kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinin ardından, yeni bir hammadde kaynağının ortaya çıkması durumunda önem düzeylerinin nasıl bir değişim göstereceğini belirlemeyi amaçlayan bu çalışma ortaya konmuştur. Kriterlerin niteliksel, değişkenlerin sözel olması, bu özelliklere hitap eden AHP yönteminin kullanılabilmesini göstermektedir. Bu çalışmada Bulanık AHP'ye uygun olarak hammadde seçim kriterleri belirlenip seviyelendirilmiş ve prosesin hesaplanmasıyla her bir kriter için önem düzeyi bulunduğundan sonra üç farklı hammadde kaynağı olan Ankara, Trakya ve İzmir tip unlar karşılaştırılmış ve yeni bir hammadde tedarikçi alternatifinin eklenmesi durumunda alternatiflerin önem düzeylerinin nasıl değişiklik göstereceği incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde bulanık AHP konusunda yapılan çalışmalar hakkında genel bilgi verildikten sonra tedarikçi seçimi ve değerlendirmesinde literatür incelemesine yer verilecektir.

2.1. Bulanık AHP Konusunda Yapılan Çalışmalar

Bulanık AHP konusunda da çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Hükümet tarafından desteklenen Ar-Ge çalışması projelerinin seçiminde proje riski, potansiyel yararları, ekonomik ve sosyal faydaları, teknik ve ticari riskleri değerlendirmek için Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır (Huang vd., 2008). Stratejik değerlerin

aktarılması, teknolojiye yapılan yatırım ve yapı esnekliği ana ölçütleri ile güvenilirlik, kullanım kolaylığı, yenilik gibi alt ölçütlere göre sermaye göstergelerinin önceliklendirilmesi işleminde bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır (Bozbura ve Beşkese, 2007; Bozbura vd., 2007). Bilişim teknolojisi bölümlerinin performans değerlendirmesi için finansal, müşteri, işletme içi ve öğrenme ve gelişme ana faktörlerine göre çeşitli performans göstergeleri saptanarak bir çalışma yapılmıştır (Lee vd., 2006). Toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörler gözönüne alınarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karması doğru biçimde oluşturulmaya çalışılmıştır (Kang ve Lee, 2007). Teknoloji öngörümleme metodunun seçiminde veriye ulaşabilme, verilerin doğruluğu, teknoloji gelişiminin tahmin edilebilirliği, teknoloji benzerliği, metod uyum sağlama yeteneği, işlem kolaylığı ve uygulama maliyeti ölçütlerine bağlı olarak delphi metodu, senaryo yazma, örnek olay çalışması, ilişki ağacı ve gelişim eğrisi yöntemleri karşılaştırılmıştır (Cheng vd, 2008). Bilgi içeriği, kullanıcı ara yüzü, site yönetimi ve satıcı desteği ana ölçütlerine göre bilgi yönetim araçlarını değerlendirmek için üç firma karşılaştırılarak Tayvan çelik endüstrisine ilişkin bir inceleme yapılmıştır (Kreng ve Wu, 2007). Yeni ürün geliştirme çalışmaları kapsamında TFT ve LCD televizyonlarından ürün karmasını oluşturarak firmada en yüksek performansı sağlamak için organizasyon-Pazar, imalat kapasitesi ve teknoloji-mühendislik ana ölçütlerine göre 2 ürünlü çeşitli ürün karmaları karşılaştırılmıştır (Chen vd., 2006).

2.2. Tedarikçi Seçimi ve Değerlendirilmesi

Burada tedarikçi değerlendirmede gözönüne alınan ölçütler konusunda literatür incelemesi yapılmıştır. Tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütler ve bu ölçütlere değinilen çalışmalar aşağıda Tablo 1'de sunulmuştur (Jharkharia ve Shankar, 2007'den uyarlanmıştır).

3. METODOLOJİ

Bu bölümde bulanık AHP ve duyarlılık analizleri hakkında bilgi verilecektir.

3.1. Bulanık AHP

Gerçek karar verme problemlerinde, kesin verilere ulaşmak her zaman mümkün olmamaktadır (Kulak ve Kahraman, 2005). Bu tür problemlerde amaç ve parametreler kesin olarak bilinmemektedir (Gu ve Zhu, 2006). Karar verici sayısal tahminler yapma konusunda başarısızdır, ancak niteliksel tahminlemelerde sayısal tahminlemelere göre daha etkindir (Kulak ve Kahraman, 2005). Klasik AHP'de karar vericiden hiyerarşinin her seviyesinde her bir nitelik için $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ alt nitelikleri arasında r_{ij} olarak ifade edilen ikili karşılaştırma değerlerini tam olarak

Tablo 1. Tedarikçi Seçim Ölçütleri

Seçim Ölçütü	Kaynaklar
Kullanıcılarla uyum içinde olma	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Thompson (1996), Boyson vd. (1999), Mohanty ve Deshmukh (1993)
Hizmet maliyeti	Lynch (2000), Langley vd. (2002), Boyson vd. (1999), Stock vd. (1998), Tam ve Tummala (2001)
Hizmet kalitesi	Razzaque ve Sheng (1998), Thompson (1996), Langley vd. (2002), Stock vd. (1998)
Firmanın tanınmışlık düzeyi	Lynch (2000), Thompson (1996), Boyson vd. (1999)
Uzun dönemli ilişkiler	Lynch (2000), Boyson vd. (1999), Maltz (1995), Stank ve Daugherty (1997)
Performans ölçümü	Bhatnagar vd. (1999), Lynch (2000), Langley vd. (2002)
Lojistikte insan gücü kullanma isteği	Razzaque ve Sheng (1998), Ackerman (1996)
Faturalama ve ödemede esneklik	Bradley (1994)
Yönetim kalitesi	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Boyson vd. (1999)
Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven	Lynch (2000), Stock (1998), Bagchi ve Virum (1998)
Operasyonel performans	Langley vd. (2002), Tam ve Tummala (2001)
Bilgi teknolojisi kapasitesi	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Langley vd. (2002), Boyson vd. (1999), Langley vd. (2002), Rabinovich vd. (1999), Closs vd. (1997), Babbar ve Prasad (1998)
Sabit kıymetlerin büyüklüğü ve kalitesi	Boyson vd. (1999), Hum (2000)
Benzer ürünlerdeki deneyimi	Razzaque ve Sheng (1998), Ackerman (1996), Richardson (1993)
Teslimat performansı (hız ve güvenilirlik)	Stock vd. (1998), Gattorna ve Walters (1996)
Çalışan memnuniyeti	Lynch (2000), Boyson vd. (1999), Langley vd. (2002)
Finansal performans	Andersson ve Norrman (2002), Boyson vd. (1999), Gattorna ve Walters (1996)
Pazar payı	Thompson (1996)
Coğrafi yayılım ve sağlanan hizmet	Boyson vd. (1999), Maltz (1995), Bradley (1994)
Risk yönetimi	Boyson vd. (1999), Aktaş ve Ulengin (2005)
Tedarikçinin kapasitesi	Anonim (1999)
İşlemler ve teslimatta esneklik	Stank ve Daugherty (1997)

vermesi istenmektedir. Bu karşılaştırma oranlarının kesin olmayan yargıları belirttiğini savunan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu durum, grup kararlarının alınmasında bireysel yargılarda değişkenliğe ve yargılarda belirsizliğe yol açmaktadır (Leung ve Cao, 2000). Temel olarak, öncelik yargılarındaki belirsizlik, seçeneklerin sıralamasında da belirsizliğe yol açar (Leung ve Cao, 2000).

Bulanık AHP tekniği, sosyal, ekonomik ve yönetim bilimleri gibi çeşitli alanlardaki yapılandırılmamış problemleri modellemede kullanılan iyi bilinen bir analitik araç olan Saaty'nin AHP yönteminden geliştirilen ileri bir analitik teknik olarak düşünülebilir (Yu, 2002; Sheu, 2004). Çok ölçütlü karar alma problemlerinde hem sayısal hem de niteliksel ölçütleri ele almada AHP'nin tutarlılığına rağmen, karar vericinin yargıları, bulanıklığı ve belirsizliği, geleneksel AHP yöntemlerinde karar vericinin kesin olmayan yargılarını değerlendirmeye katmaktadır (Sheu, 2004). AHP'nin amacı uzmanların bilgisini ortaya çıkarmak olmasına rağmen, geleneksel AHP yöntemleri insan düşünce tarzını hala yansıtamamaktadır (Kahraman vd., 2004; Tolga vd., 2005). AHP'de önceliklerin temeli, karar vericinin algıya dayalı yargıları olduğundan dolayı (ki bu durum özellikle fiziksel varlığı olmayan, elle tutulamaz durumlar için kesinlikle doğrudur), bulanık AHP daha başarılı sonuçlar üretmektedir (Leung ve Cao, 2000). Bu yüzden, pek çok araştırmacı, geleneksel AHP teknikleri ile karşılaştırmalı olarak karar verme prosesinde daha kesin tanımlamalar sağlayan Bulanık AHP olarak ifade edilen Saaty'nin geliştirdiği AHP teorisinin bulanık uzantısı ile ilgilenmişlerdir (Sheu, 2004).

AHP kavramı ile karar verici, algıya dayalı yargı aralığı yerine deterministik değerlendirmeler yapamaz. Önceliklendirmedeki bu tür bir belirsizlik bulanık küme teorisi kullanılarak modellenir. Bulanık küme teorisinde, karar vericiden sağlanan oran ölçüğü değeri bir üyelik fonksiyonu olarak tanımlanan bir bulanık sayıdır. Burada, üyelik fonksiyonu öncelik setindeki yargı aralığındaki elemanların değerini tanımlar (Leung ve Cao, 2000). Uzmanların bir konudaki görüşlerini kesin bir sayı yerine, daha gerçekçi bir seçenek olan sözel değerlendirmelerle vermeleri daha uygun olacaktır. İşte bu sözel değerlendirmeler, yargı aralığını gösteren üçlü bulanık sayılardır (Gu ve Zhu, 2006). Bulanık AHP hesaplamalarında kullanılan üçlü bulanık sayı değerleri Tablo 2'de gösterildiği gibidir (Tolga vd., 2005'den geliştirilmiştir).

3.2. Yöntemin İşleyişi

Bulanık AHP yönteminin çalışma aşamaları şu şekilde ifade edilebilir (Kahraman vd., 2004; Kulak ve Kahraman, 2005; Tolga vd., 2005).

$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_n\}$ nesne seti olsun. Nesne; ana amaç açısından bakıldığında ana ölçütleri; ana ölçütler açısından bakıldığında ise alt ölçütleri ifade etmektedir.

Tablo 2. Üçlü Bulanık Sayı Değerleri

Durum	Üçlü Bulanık Sayılar
Kesinlikle daha önemli (satırdaki ölçüt sütundakine göre)	(7/2, 4, 9/2)
Daha önemli (satırdaki ölçüt sütundakine göre)	(5/2, 3, 7/2)
Önemli (satırdaki ölçüt sütundakine göre)	(3/2, 2, 5/2)
Az öneme sahip (satırdaki ölçüt sütundakine göre)	(2/3, 1, 3/2)
Eşit öneme sahip	(1, 1, 1)
Az öneme sahip (sütundaki ölçüt satırdakine göre)	(2/3, 1, 3/2)
Önemli (sütundaki ölçüt satırdakine göre)	(2/5, 1/2, 2/3)
Daha önemli (sütundaki ölçüt satırdakine göre)	(2/7, 1/3, 2/5)
Kesinlikle daha önemli (sütundaki ölçüt satırdakine göre)	(2/9, 1/4, 2/7)

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, M_{g_i}^4, M_{g_i}^5, \dots, M_{g_i}^m \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n \text{ olsun.}$$

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) değerleri üçlü bulanık sayılardır.

Adım 1: i . Nesneye göre bulanık değerler Eşitlik (1)'deki gibi tanımlanır.

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

Buradaki Eşitlik (1)'de yer alan

$$\sum_{j=i}^m M_{g_i}^j \quad (2)$$

değerini elde etmek için aşağıda gösterilen Eşitlik (3)'teki bulanık işlemin yapılması gerekmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (3)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \tag{4}$$

Bulanık değerlendirme matrisinde satırdaki kriterin sütundaki kriterine göre değerlendirilmesinin ardından sütundaki değer satırdaki değere göre ifadesini bulmak için Eşitlik (3)'ün tersi olan Eşitlik (4) değerinin elde edilmesi gerekmektedir. Eşitlik (4) değerinin elde edilebilmesi için $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) ile ilgili Eşitlik (5)'teki bulanık işlem yapılmalıdır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \tag{5}$$

Eşitlik (5) işlemi tamamlandıktan sonra tersinin alınması Eşitlik (6) ile ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \tag{6}$$

Buradaki l, m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

- l = en düşük değer
- m = en olası değer
- u = en yüksek değer

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı Eşitlik (7)'deki gibi tanımlanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = [enküçük(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \tag{7}$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases} \tag{8}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu değerler de Eşitlik (8)'de verilen koşullara göre hesaplanır.

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) = \\ V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] = \\ \text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.} \quad (9)$$

Eşitlik (9)'da tanımlanan $d^i(A_i)$ değerleri her bir alternatif için bulunduğu Eşitlik (10)'daki ağırlık vektörü oluşur.

$$W = (d^i(A_1), d^i(A_2), d^i(A_3), d^i(A_4), d^i(A_5), \dots, d^i(A_n))^T \quad (10)$$

Adım 4. Ağırlık vektörü toplamları 1 olacak şekilde normalize edilir.

Burada elde edilen W değeri bulanık değil, tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

3.3. Duyarlılık Analizleri

Matematiksel programlama problemlerinde katsayılar bilindiği halde işletmecilik hayatında katsayılar daima belirli değildir. Burada katsayıların değişim aralıkları bulunmaya çalışılmaktadır ve bu işleme duyarlılık analizleri denir (Halaç, 1983; Lawrence ve Pasternak, 2002). Problem çözümü ile elde edilen sonuçları analiz etmek çözümün anlamını belirlemekle başlar (Render vd., 2003). Yöneticiler bu nedenle çoğu kez matematiksel programlama problemlerinin bileşenlerinde meydana gelebilecek değişmelerin optimum çözüme etkisini bilmek isterler. Çünkü yöneticiler sadece problemin optimal çözümü ile ilgilenmemelidirler. Ulaşılan optimal çözüm, problemin katsayıları sabit kaldığı sürece geçerlidir. Halbuki yönetici, yeni bir faaliyetin eklenmesi halinde daha önce elde ettiği optimal çözümün optimallikten çıkarak değişeceğini bilir. Ayrıca söz konusu değişmelerin optimal çözümü ne ölçüde değiştireceğini bilmek isterler (Öztürk, 2002) ve bu amaçla duyarlılık analizleri model parametreleri üzerinde yapılmaktadır (Taylor, 2002). Bu sayede, girdilerden herhangi birinde değişiklik meydana gelirse problemin optimal çözümünün nasıl etkileneceği sorusuna cevap bulunmuş olur (Levin vd., 1992; Heizer ve Render, 2006). Örnek olarak, bir şirket daha fazla para kazanabilmek amacıyla ekstra işçilik saati için ne kadar para ödemeye razı olacağını bulmak için duyarlılık analizlerinden yararlanır (Winston, 2004). Kısıtların sağ taraflarının değişimi, amaç fonksiyon katsayılarının değişimi, soruna yeni bir değişkenin eklenmesi, teknoloji katsayılarının değişimi ve soruna yeni bir kısıtın eklenmesi duyarlılık analizleri ile incelenir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000).

3.4. Bulanık AHP Metodolojisinde Duyarlılık Analizi

Bulanık AHP metodolojisi, başlangıçta tanımlanan problem için oluşturulan kriter hiyerarşisi üzerinde çalışır. Dolayısı ile problem çözümünde bu kriterler gözetilerek alternatifler değerlendirilir. Aynı problem seti üzerinde yeni bir alternatifin eklenmesi durumu ortaya çıktığında, diğer alternatiflerin nasıl etkilenebileceğini görmek için duyarlılık hesapları yapılabilmektedir. Bu bölümde böyle bir durum için önerilen duyarlılık analizi yöntemine yer verilmiştir. Bulanık AHP değerlendirmeleri için duyarlılık analizi aşağıdaki şekilde modellenabilir.

A: Amaç, ana kriter veya alt kriter

C_i : i . Ana kriter, alt kriter veya alternatif $i = 1, 2, \dots, n$ ve $j = 1, 2, \dots, n$

C_y : Yeni ana kriter, alt kriter veya alternatif

l_{ij} : i . Satırdaki ana kriter, alt kriter veya alternatifin j . sütundaki ana kriter, alt kriter veya alternatife göre bulanık ikili karşılaştırmasındaki en düşük değer

m_{ij} : i . Satırdaki ana kriter, alt kriter veya alternatifin j . sütundaki ana kriter, alt kriter veya alternatife göre bulanık ikili karşılaştırmasındaki en olası değer

u_{ij} : i . Satırdaki ana kriter, alt kriter veya alternatifin j . sütundaki ana kriter, alt kriter veya alternatife göre bulanık ikili karşılaştırmasındaki en yüksek değer

n : Ana kriter, alt kriter veya alternatif sayısı

Yukarıda belirtilen simgelere göre bulanık değerlendirme matrisinin genel yapısı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Bulanık Değerlendirme Matrisi Matematiksel Gösterimi

A açısından	C_1			C_2			...			C_n		
C_1	1	1	1	l_{12}	m_{12}	u_{12}	...	...	...	l_{1n}	m_{1n}	u_{1n}
C_2	$1/u_{12}$	$1/m_{12}$	$1/l_{12}$	1	1	1	...	...	...	l_{2n}	m_{2n}	u_{2n}
....	...	...	...	...	...	...	1	1	1	...	...	...
C_n	$1/u_{1n}$	$1/m_{1n}$	$1/l_{1n}$	$1/u_{2n}$	$1/m_{2n}$	$1/l_{2n}$	...	...	...	1	1	1

Önerilen yaklaşımda, değerlendirmeler sırasında yeni alternatife atanan ağırlıklara göre, diğer alternatiflerin limitleri oluşturulmuştur. Bu yapıda oluşan bulanık değerlendirme matrisleri ile Bölüm 1.A.'da belirtilen Bulanık AHP yöntemi ile ağırlık değerleri bulunmaktadır. Bu ağırlık değerlerinin değişim aralığını bulmak amacıyla bulanık değerlendirme matrislerinin hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

W_{ia} : i . ana kriter, alt kriter veya alternatifin önem düzeyi alt limit değeri

W_{iu} : i . ana kriter, alt kriter veya alternatifin önem düzeyi üst limit değeri

Ortaya çıkan yeni ana kriter, alt kriter veya alternatifin diğer bütün mevcut ana kriter, alt kriter veya alternatiflerden kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi mevcut ana kriter, alt kriter veya

alternatiflerin alt limit değerlerini verir. Buna ilişkin bulanık değerlendirme matrisi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Amaç, Ana Kriter veya Alt Kriter Açısından Yeni Ana Kriter, Alt Kriter veya Alternatifin En Kötü Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

A açısından	C_1			C_2			...			C_n			C_y		
C_1	1	1	1	l_{12}	m_{12}	u_{12}	...	...	...	l_{1n}	m_{1n}	u_{1n}	2/9	1/4	2/7
C_2	$1/u_{12}$	$1/m_{12}$	$1/l_{12}$	1	1	1	...	...	...	l_{2n}	m_{2n}	u_{2n}	2/9	1/4	2/7
....	...	...	...	...	...	...	1	1	1	...	...	...	2/9	1/4	2/7
C_n	$1/u_{1n}$	$1/m_{1n}$	$1/l_{1n}$	$1/u_{2n}$	$1/m_{2n}$	$1/l_{2n}$	...	...	...	1	1	1	2/9	1/4	2/7
C_y	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	1	1	1

Bu bulanık değerlendirme matrisinden yararlanarak yapılan Bölüm 3.2.'de belirtilen bulanık hesaplamalar sonucu W_{ia} elde edilir.

Mevcut bütün ana kriter, alt kriter veya alternatiflerin ortaya çıkan yeni ana kriter, alt kriter veya alternatiften kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi mevcut ana kriter, alt kriter veya alternatiflerin üst limit değerlerini verir. Buna ilişkin bulanık değerlendirme matrisi Tablo 5'te verilmiştir.

Bu bulanık değerlendirme matrisinden yararlanarak yapılan Bölüm 3.2.'de belirtilen bulanık hesaplamalar sonucu W_{iu} elde edilir.

4. UYGULAMA

Çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren "Sanek Unlu Mamülleri Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş." firmasındaki üst düzey yönetimde gündeme gelen bir karar süreci ele alınmıştır.

Tablo 5. Amaç, Ana Kriter veya Alt Kriter Açısından Yeni Ana Kriter, Alt Kriter veya Alternatifin En İyi Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

A açısından	C_1			C_2			....			C_n			C_y		
C_1	1	1	1	l_{12}	m_{12}	u_{12}	...	...	...	l_{1n}	m_{1n}	u_{1n}	7/2	4	9/2
C_2	$1/u_{11}$	$1/m_{11}$	$1/l_{12}$	1	1	1	...	...	...	l_{2n}	m_{2n}	u_{2n}	7/2	4	9/2
....	...	...	...	...	...	...	1	1	1	...	...	...	7/2	4	9/2
C_n	$1/u_{11}$	$1/m_{11}$	$1/l_{1n}$	$1/u_{12}$	$1/m_{12}$	$1/l_{2n}$	...	...	...	1	1	1	7/2	4	9/2
C_y	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	1	1	1

Sanek A.Ş. 15 Ekim 2001’de unlu mamüller sektöründe yıllarca söz sahibi olan Kapılar, Kareksan, Tarbuşlar, Diana, Kitreliler, Özgazi şirketlerinin sandviç ve hamburger ekmeği bölümlerini bünyesinde toplayarak faaliyetine başlamıştır. Sanek A.Ş. İzmir çapında gıda sektörü ile ilgili ürün ve hizmet sağlamakta ve teknolojiye yatırım yaparak üretimde kalite, hijyen ve uygun fiyatı müşterilerine sunmayı temel hizmet anlayışı haline getirmiştir. Firmanın dört ana üretim kalemi bulunmaktadır. Bunlar, hamburger ekmeği, büyük hamburger ekmeği, sandviç ekmeği ve yarım ekmektir. Günde 5 ton gibi yoğun bir hammadde akışının olduğu ve bu hammaddenin %99’unun un olduğu düşünüldüğünde, hammadde tedarikçilerinin değerlendirilmesinin ve yeni bir tedarikçinin piyasaya girmesi durumunda hakkında bilgi sahibi olunmayan yeni tedarikçinin de incelenmek zorunda olmasının önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu amaçla, uygulama kapsamında firma ile görüşme yapılarak ölçütler belirlenmiştir. Bu ölçütlerin hiyerarşik yapısı Şekil 1’de verilmiştir.

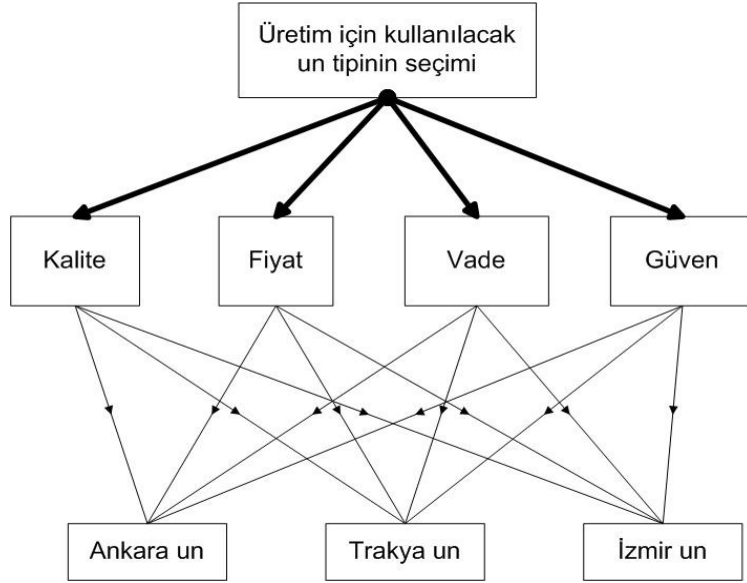
4.1. Kriterler ve Hiyerarşik Yapı

Hammadde seçimindeki etkin kriterleri belirlemek üzere yapılan analizde, bir gıda firmasında yönetim kademesinde bulunan karar vericiler ile görüşme yapılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Yapılan ilk görüşme sonucunda, karar vericilerin un seçimindeki etkin kriterleri önce dört kriter altında toplanmış, daha sonra bu kriterlere göre seçim yapılan un tipleri karşılaştırılmıştır. Bu kriterlerden kalite, hammaddenin niteliklerini ifade etmektedir. Çünkü, firmanın temel gelir noktası standart ekmeğe değil, büfelere,

lokantalara sunulan hamburger ekmeği, büyük hamburger ekmeği, sandviç ekmeği, yarım ekmeğe, pizza tabanı gibi ürünler ile okul kantinleri ve askeri birimlere ihale yolu ile belirli bir zaman süresince her gün karşılanması taahhüdü verilen kek, boğaç gibi ürünlerdir. Bu nedenle firmanın üretiminde kullandığı unun kalite beklentilerini karşılaması rekabet avantajı yaratmaktadır. Fiyat kriteri, aynı hammaddenin daha düşük bir ücret ile karşılanması, vade kriteri ise ödenmesi gereken bedele ilişkin tedarikçi tarafından farklı ödeme alternatiflerinin sunulmasını ifade etmektedir. Güven kriteri ise tedarikçi ile yıllara dayalı bir ilişkinin sürdürülmesinde karşılıklı güven ve anlayışı belirtmektedir. Ankara, Trakya ve İzmir un tipleri ise üç farklı bölge tedarikçisinin sunduğu hammadde alternatiflerini ifade etmektedir.

Anket çalışmalarında ana kütle yi yansıtacak büyüklükte bir örneklem oluşturulması gerekirken AHP uygulamasında karar verilen her alanda kullanılabilmesi için ve karar vericiler sınırlı sayıda kişilerden oluştuğu için anket gibi çok sayıda kişiye yapılması bir gereklilik değildir.



Şekil 1. En Uygun Hammadde Kaynağı Seçimi Hiyerarşik Yapısı

4.2. Alternatiflerin Ağırlıklarının Bulunması

Firmadaki karar verme yetkisi olan kişilerin ortaklaşa karar alarak doldurduğu bulanık değerlendirme matrisleri ile dört faktöre göre alternatif kaynakların karşılaştırılması sonucu elde edilen değerler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Alternatiflerin Önem Düzeyleri

	Kalite	Fiyat	Vade	Güven
Ankara	0.451	0.226	0.708	0.830
Trakya	0.226	0.451	0.146	0.000
İzmir	0.324	0.324	0.146	0.170

Tablo 6'da hesaplanan önem düzeyleri incelendiğinde, güven kriteri açısından Trakya tipi unun önem düzeyinin sıfır olduğu görülmektedir. Bu durum Bulanık AHP yöntemi açısından karşılaşılabilecek doğal bir sonuçtur. Aynı hiyerarşi yapısında, ölçütler deterministik değerlerle ve klasik yaklaşımlar ile çözülsedydi sıfır çıkmayacak ancak sıfıra çok yakın, önemsenmeyen ölçütler olarak değerlendirilecekti. Bulanık yaklaşımın, AHP'deki subjektif değerlendirmelerdeki yanlışları göz önüne almasının yanında başka bir avantajı da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir hiyerarşi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar sırasında, grubunun içinde tüm ölçütlere göre önemsiz kalan ölçüt veya ölçütler sıfır çıkarken, asıl üzerinde durulması ve göz önüne alınması gereken ölçütün/ölçütlerin önem düzeyi artarak karar verme prosesinin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Bulanıklığın verdiği sapma miktarı eklendiğinde aslında ikinci hammadde kaynağının göz önüne alınmayacak kadar az öneme sahip olduğu ve Ankara tipi unun güven kriteri açısından asıl gözetilmesi gereken seçenek olduğu vurgulanmaktadır.

Yine Tablo 6'dan elde edilen verilere göre firmanın kullandığı hammadde seçeneklerinde Ankara tipi un vade ve güven seçenekleri açısından açık ara ile ön sırada bulunmakta ve kalite açısından da ilk sırada yer almaktadır.

4.3. Modelin Duyarlılığı: Yeni Bir Alternatifin Eklenmesi

Doğrusal programlama bir problemin optimum çözümünü bulabilir. Fakat, yöneticiler farklı durumları ve buna uygun olan farklı çözümleri de bilmek isterler. Koşullarda meydana gelecek değişimler, geçmişten elde edilen yeni tecrübeler ya da problemde gözden kaçıp değerlendirmeye alınmayan bazı faktörler göz önüne alınmalıdır. İşte bu noktada mevcut çözümün nasıl değişeceğini bilmek önem kazanmaktadır (Walters, 2001). Bulanık AHP hesaplamalarına doğrusal programlama yaklaşımı yapıldığında duyarlılık analizleri için çözüme yeni bir alternatif eklenmesi durumunda önem düzeylerinin nasıl bir değişim göstereceği konusunda karar vericiler bilgi sahibi olmak ister. Bu nedenle, bu çalışmada,

hiyerarşik seçim yapısında yeni bir alternatif eklendiğinde önem düzeylerinin hangi aralıklarda yer alabileceği incelenmiştir.

Modelde mevcut bulunan üç alternatife yeni bir alternatif hammadde kaynağının eklenmesi durumunda un seçiminde etkili olan faktörlerin önem düzeyleri kullanılarak her değerlendirme tablosuna yeni bir satır ve sütun eklenmesi suretiyle yeni değerlendirme yapmak mümkün olabilecektir. Yeni alternatife göre önem düzeylerinde oluşacak değişim aralıkları hesaplanabilir. Buna göre ortaya çıkan yeni alternatifin diğer bütün mevcut alternatiflerden kesinlikle daha önemli olduğu düşünülmektedir ve bütün mevcut alternatiflerin yeni alternatiften kesinlikle daha önemli olduğu düşünülmektedir bulanık hesaplamalar yapılabilir.

İlk olarak kalite açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve bütün mevcut alternatif hammadde seçeneklerinin yeni alternatife göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülmektedir oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Kalite Açısından Yeni Alternatifin En Kötü Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Kalite açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni Alternatif		
	Ankara	1	1	1	3/2	2	5/2	2/3	1	3/2	7/2	4	9/2
Trakya	2/5	1/2	2/3	1	1	1	2/3	1	3/2	7/2	4	9/2
İzmir	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	1	1	1	7/2	4	9/2
Yeni alternatif	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 8’deki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0.399; 0.277; 0.325; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Kalite açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve yeni alternatifin bütün mevcut alternatif hammaddelere göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülmektedir oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Kalite Açısından Yeni Alternatifin En İyi Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Kalite Açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni Alternatif		
	Ankara	1	1	1	3/2	2	5/2	2/3	1	3/2	2/9	1/4	2/7
Trakya	2/5	1/2	2/3	1	1	1	2/3	1	3/2	2/9	1/4	2/7
İzmir	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	1	1	1	2/9	1/4	2/7
Yeni alternatif	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 8’deki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0; 0; 0; 1\}$ olarak elde edilmiştir.

Yeni alternatifin en kötü durum olduğu düşünülerek yeni matris hesaplandığında en iyi alternatif olan Ankara tipunun önem düzeyinde bir düşme yaşanmaktadır. Ankara tipunun yeni durumda da en iyi alternatif olmaktadır. Önem düzeyinin azalmasının bir diğer nedeni de 1 tam puanın üç alternatif yerine dört alternatife dağıtılmasıdır.

İkinci olarak fiyat açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve bütün mevcut alternatif hammaddelerin yeni alternatife göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Fiyat Açısından Yeni Alternatifin En Kötü Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Fiyat Açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni Alternatif		
Ankara	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	7/2	4	9/2
Trakya	3/2	2	5/2	1	1	1	2/3	1	3/2	7/2	4	9/2
İzmir	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	1	1	1	7/2	4	9/2
Yeni Alternatif	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 9'daki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0.277; 0.399; 0.325; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Fiyat açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve yeni alternatifin bütün mevcut alternatif hammaddelere göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Fiyat Açısından Yeni Alternatifin En İyi Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Fiyat açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni alternatif		
Ankara	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	2/9	1/4	2/7
Trakya	3/2	2	5/2	1	1	1	2/3	1	3/2	2/9	1/4	2/7
İzmir	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	1	1	1	2/9	1/4	2/7
Yeni alternatif	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 10'daki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0; 0; 0; 1\}$ olarak elde edilmiştir.

Üçüncü olarak vade açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve bütün mevcut alternatif hammaddelerin yeni alternatife göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Vade Açısından Yeni Alternatifin En Kötü Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Vade açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni alternatif		
Ankara	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	7/2	4	9/2
Trakya	2/5	1/2	2/3	1	1	1	2/3	1	3/2	7/2	4	9/2
İzmir	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	1	1	1	7/2	4	9/2
Yeni alternatif	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 11'deki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0.498; 0.251; 0.251; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Vade açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve yeni alternatifin bütün mevcut alternatif hammaddelere göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Vade Açısından Yeni Alternatifin En İyi Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Vade açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni Alternatif		
Ankara	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	2/9	1/4	2/7
Trakya	2/5	1/2	2/3	1	1	1	2/3	1	3/2	2/9	1/4	2/7
İzmir	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	1	1	1	2/9	1/4	2/7
Yeni Alternatif	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 12'deki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0; 0; 0; 1\}$ olarak elde edilmiştir.

Son olarak vade açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve bütün mevcut alternatif hammaddelerin yeni alternatifte göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Güven Açısından Yeni Alternatifin En Kötü Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Güven açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni alternatif		
Ankara	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	7/2	4	9/2
Trakya	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/5	1/2	2/3	7/2	4	9/2
İzmir	2/5	1/2	2/3	3/2	2	5/2	1	1	1	7/2	4	9/2
Yeni alternatif	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	2/9	1/4	2/7	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 13'teki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0.653; 0.018; 0.329; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Güven açısından yeni bir alternatifin eklenmesi durumu incelendiğinde ve yeni alternatifin bütün mevcut alternatif hammaddelere göre kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Güven Açısından Yeni Alternatifin En İyi Olması Durumuna Göre Bulanık Değerlendirme Matrisi

Güven açısından	Ankara			Trakya			İzmir			Yeni alternatif		
Ankara	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	2/9	1/4	2/7
Trakya	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/9	1/4	2/7
İzmir	2/5	1/2	2/3	3/2	2	5/2	1	1	1	2/9	1/4	2/7
Yeni alternatif	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu Tablo 14'teki bulanık değerlendirme matrisinden ağırlık değerleri $W = \{0; 0; 0; 1\}$ olarak elde edilmiştir.

Yukarıda yapılan işlemler sonucunda elde edilen değişim aralıkları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Her Faktöre Göre Alternatif Hammadde Kaynaklarına İlişkin Önem Düzeyleri Değişim Aralığı

Faktör	Ankara	Trakya	İzmir	Yeni alternatif
Kalite	0-0.399	0-0.277	0-0.325	0-1
Fiyat	0-0.277	0-0.399	0-0.325	0-1
Vade	0-0.498	0-0.251	0-0.251	0-1
Güven	0-0.653	0-0.018	0-0.329	0-1

4.4. Çalışmanın Sonucu

Tablo 15, yeni bir alternatif hammadde kaynağı eklenmesi durumunda önem düzeylerinin hangi aralıklarda değişeceğini göstermektedir. Tüm mevcut alternatiflere bakıldığında alt limit değeri 0 olmaktadır. Bu durum, yeni alternatif hammadde kaynağının mevcut bütün alternatiflere bariz bir şekilde her değerlendirme kriteri açısından üstünlük sağlayabileceği olasılığından dolayı ortaya çıkmaktadır. Üst limit değerleri incelendiğinde ise birbirinden farklı değerler bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse, Ankara tip un kalite kriterine göre yeni bir alternatif eklenmesi durumunda en fazla 0.399 değerini alabilecektir. Buna göre, karar verici satın alma işlemlerinde sadece kalite kriterini göz önüne alarak karar vermek durumunda kalsa idi, Ankara tip unun önem düzeyinin ne olursa olsun 0.500 seviyesini aşamayacağını bilecekti.

5. SONUÇ

Bulanık AHP etkili ve etkin bir problem çözme yöntemidir. Bulanık AHP, problemi küçük parçalara ayırır ve hiyerarşik bir yapıda çözer. Karar problemi sosyal, ekonomik, teknik ve politik faktörleri içerebilir.

Bulanık AHP kaynak dağılımı, fayda-maliyet analizi, performans ölçümü, işe alınacak personelin seçimi gibi konularda kullanılabilir. Bulanık AHP'nin diğer bir olumlu yanı da problem çözme ya da karar almada takım çalışmasına izin vermesidir. Bulanık AHP kararları, yargıları değerlendirmede bir temel oluşturur.

Matematiksel programlama problemlerinde katsayılar bilindiği halde işletmecilik hayatında katsayılar kolay ve kesin ulaşılabilen değerler olmamaktadır. Yöneticiler bu nedenle çoğu kez matematiksel programlama problemlerinin bileşenlerinde meydana gelebilecek değişmelerin optimum çözüme etkisini bilmek isterler. Çünkü yöneticiler sadece problemin optimal çözümü ile ilgilenmemelidirler. Ulaşılan optimal çözüm, problemin katsayıları sabit kaldığı sürece geçerlidir. Halbuki yönetici, yeni bir faaliyetin eklenmesi halinde daha önce elde ettiği optimal çözümün optimallikten çıkarak değişeceğini bilir.

Bu çalışmada, Bulanık AHP hesaplamalarına matematiksel programlama yaklaşımı yapıldığında duyarlılık analizleri için çözüme yeni bir alternatif eklenmesi durumunda önem düzeylerinin nasıl bir değişim göstereceği konusunda bir yaklaşım ortaya konmuştur.

Ortaya konan bu duyarlılık analizi yaklaşımında, yeni ana kriter için, alt kriter veya alternatifin diğer bütün mevcut ana kriter, alt kriter veya alternatiflerden kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek, oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi mevcut ana kriter, alt kriter veya alternatiflerin alt limit değerlerini vermektedir. Mevcut bütün ana kriter, alt kriter veya alternatiflerin ortaya çıkan yeni ana kriter, alt kriter veya alternatiften kesinlikle daha önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi de bu kriterlerin ağırlıkları açısından üst limit değerlerini oluşturmuştur. Bu doğrultuda Bulanık AHP adımları uygulanmış, mevcut ana ve alt kriterler için bulanık değerlendirme matrisi oluşturulmuştur. Bu matris ile bulanık hesaplamalar yapılmış; Ankara, Trakya ve İzmir tip unlar için seçim kriterleri olan kalite, fiyat, vade ve güven açısından önem düzeyi değerlerinin değişim aralıkları hesaplanmıştır.

Örnek problem olarak bir işletmede ortaya çıkan hammadde ihtiyaçlarını karşılamak için yeni bir tedarikçi seçimi problemi seçilmiştir. Yönetim kademesindeki kişiler seçim yaparken ister istemez birçok kriteri bir arada düşünmek durumundadır ve bu durum karmaşık, çok kriterli bir karar verme problemi olarak ortaya çıkar. Böylesi bir kararın analitik olarak modellenebileceği düşünülerek, bulanık AHP metodolojisi ile hiyerarşi oluşturulmuş, hesaplamalar ile mevcut alternatifler arasında en uygun olanı hasaplanmıştır. Bir adım sonrasında yeni bir alternatif ortaya çıkmış ve

modelin tekrar çalıştırılması yerine, hangi koşullarda bu alternatifin mevcut çözümü değiştireceği üzerinde bir duyarlılık analizi yaklaşımı ortaya konmuştur.

Bulanık AHP'ye uygun olarak hammadde seçim kriterleri seviyelendirilmiş ve prosesin hesaplanmasıyla her bir kriter için önem düzeyi bulunduğundan sonra üç farklı hammadde alternatifi olan Ankara, Trakya ve İzmir tip unlar karşılaştırılmış ve yeni bir tedarikçi alternatifinin eklenmesi durumunda alternatiflerin önem düzeylerinin nasıl değişiklik gösterdiği incelenmiştir.

6. KAYNAKÇA

Ackerman, K. B., (1996), "Pitfalls in Logistics Partnerships", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 26, 3, 35-37.

Aktaş, E. ve Ulengin, F., (2005), "Outsourcing Logistics Activities in Turkey", *The Journal of Enterprise Information Management*, 18, 3, 316-329.

Anderson, D. ve Norrman, A., (2002), "Procurement of Logistics Services-A Minutes Work or A Multi Year Project?", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 8, 3-14.

Anonymous, (1999), *Service Levels in The Third Party Logistics Market. Report Prepared for The Department of National Defense, Canada, Convenco Limited, Toronto, Ont., Canada.*

Babbar, S. ve Prasad, S., (1998), "International Purchasing Inventory Management and Logistics Research", *International Journal of Operations and Production Management*, 18, 1, 6-36.

Bagchi, P. K. ve Virum, H., (1998), "Logistical Alliances: Trends and Prospects in Integrated Europe", *Journal of Business Logistics*, 19, 1, 191-213.

Bhatnagar, R., Sohal, A. S. ve Millen, R., (1999), "Third Party Logistics Services: A Singapore Perspective", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 29, 9, 569-587.

Boyson, S., Corsi, T., Dresner, M. ve Rabinovich, E., (1999), "Managing Third Party Logistics Relationships: What Does It Take", *Journal of Business Logistics*, 20, 1, 73-100.

Bozbura, F. T. ve Beşkese, A., (2007), "Prioritization of Organizational Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP", *International Journal of Approximate Reasoning*, 32, 4, 1100-1112.

Bozbura, F. T., Beşkese, A. ve Kahraman, C., (2007), “Prioritization of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP”, *Expert Systems With Applications*, 44, 2, 124-147.

Bradley, P., (1994), “What Really Matters?”, *Purchasing*, 14th July, 66–71.

Chen, H., Lee, H., Amy, H. I. ve Tong, Y., (2006), “Analysis of New Product Mix Selection at TFT-LCD Technological Conglomerate Network Under Uncertainty”, *Technovation*, 26, 1210–1221.

Cheng, A. C., Chen, C. J. ve Chen, C. Y., (2008), “A Fuzzy Multiple Criteria Comparison of Technology Forecasting Methods for Predicting The New Materials Development”, *Technological Forecasting & Social Change*, 75, 1, 131-141.

Closs, J. C., Goldsby, T. J. ve Clinton, S. R., (1997), “Information Technology Influences on World-Class Logistics Capability”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 27, 1, 4–17.

Gattorna, J. L. ve Walters, D. W., (1996), *Managing The Supply Chain: A Strategic Perspective*, London: Macmillan.

Gu, X. ve Zhu, Q., (2006), “Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making Method Based on Eigenvector of Fuzzy Attribute Evaluation Space”, *Decision Support Systems*, 41, 2, 400-410.

Halaç, O., (1983), *Kantitatif Karar Verme Yöntemleri*, Alfa Yayınevi, İstanbul.

Heizer, J. ve Render, B., (2006), *Operations Management*, N. J., Prentice Hall.

Huang, C. C., Chu, P. Y. ve Chiang, Y. H., (2008), “A Fuzzy AHP Application in Government-Sponsored R&D Project Selection”, *Omega*, 36, 6, 1038-1052.

Hum, S. H., (2000), “A Hayes–Wheelwright Framework for Strategic Management of Third Party Logistics Services”, *Integrated Manufacturing Systems*, 11, 2, 132-137.

Jharkharia, S. ve Shankar, R., (2007), “Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach”, *The International Journal of Management Science*, 35, 3, 274-289.

Kahraman, C., Cebeci, U. ve Da Ruan, (2004), “Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey”, *International Journal of Production Economics*, 87, 2, 171-184.

Kang, He-Yau Lee ve Amy, H. I., (2007), "Priority Mix Planning for Semiconductor Fabrication by Fuzzy AHP Ranking", *Expert Systems With Applications*, 32, 560–570.

Kreng, V. B. ve Wu, C. Y., (2007), "Decision Support Evaluation of Knowledge Portal Development Tools Using A Fuzzy AHP Approach: The Case of Taiwanese Stone Industry", *European Journal of Operational Research*, 176, 1795–1810.

Kulak, O. ve Kahraman, C., (2005), "Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process", *Information Sciences*, 170, 2-4, 191-210.

Langley, C. J., Allen, G. R. ve Tyndall, G. R., (2002), *Third-Party Logistics Study 2002: Results And Findings of the Seventh Annual Study*, Illinois, USA: Council of Logistics Management.

Lawrence, J. A., and Pasternak, B. A., (2002), *Applied Management Science Modeling, Spreadsheet Analysis, And Communication For Decision Making*, New York: John Wiley& Sons Inc.

Lee, A. H. I., Chen, W. C. ve Chang, C. J., (2006), "A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan", *Expert Systems With Applications*, 34, 1, 96-107.

Leung, L. C. ve Cao, D., (2000), "On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 124, 1, 102-113.

Levin, R. I., Rubin, D. S., Stinson, J. P. ve Gardner, E. S., (1992), *Quantitative Approaches to Management*, New York, Mc-Graw Hill.

Lynch, C. F., (2000), *Logistics Outsourcing: A Management Guide*, Illinois, USA: Council of Logistics Management Publications.

Maltz, A. B., (1995), "Why You Outsource Dictates How", *Transportation and Distribution*, March, 73–80.

Mohanty, R. P. ve Deshmukh, S. G., (1993), "Use of Analytic Hierarchy Process for Evaluating Sources of Supply", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 23, 3, 22–28.

Öztürk, A., (2002), *Yöneylem Araştırması*, Ekin Kitabevi, Bursa.

Rabinovich, E., Windle, R., Dresner, M. ve Corsi, T., (1999), "Outsourcing of Integrated Logistics Functions: An Examination of Industry Practices", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 29, 6, 353–373.

Razzaque, M. A. ve Sheng, C. C., (1998), "Outsourcing of Logistics Functions: A Literature Survey", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28, 2, 89-107.

Render, B., Stair, R. M. ve Hanna, M. E., (2003), *Quantitative Analysis for Management*, New Jersey, Prentice Hall.

Richardson, H. L., (1993), "Contracts Build Relationships", *Transportation and Distribution*, November, 53-55.

Sheu, J. B., (2004), "A Hybrid Fuzzy-Based Approach for Identifying Global Logistics Strategies", *Transportation Research*, 40, 1, 39-61.

Stank, T. P. ve Daugherty, P. J., (1997), "The Impact of Operating Environment on the Formation of Cooperative Logistics Relationships", *Transportation Research-E (Logistics and Transportation Review)*, 33, 1, 53-65.

Stock, G. N., Greis, N. P. ve Kasarda, J. D., (1998), "Logistics Strategy and Structure - A Conceptual Framework", *International Journal of Operations and Production Management*, 18, 1, 37-52.

Tam, M. C. Y. ve Tummala, V. M. R., (2001), "An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System", *Omega: International Journal of Management Science*, 29, 2, 171-182.

Taylor, B. W., (2002), *Introduction to Management Science*, N. J., Prentice Hall.

Thompson, T. J., (1996), *An Analysis Of Third Party Logistics and Implications for USAF Logistics*, Unpublished Masters Thesis, Air Force Institute of Technology/GTM/LAL/96S-15, September, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, submitted.

Tolga, E., Demircan, M. L. ve Kahraman, C., (2005), "Operating System Selection Using Fuzzy Replacement Analysis and Analytic Hierarchy Process", *International Journal of Production Economic*, 97, 1, 89-117.

Tütek, H. ve Gümüšoğlu, Ş., (2000), *Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım*, Beta Basımevi, İstanbul.

Walters, D., (2001), *Quantitative Methods for Business*, Prentice Hall Inc., Harlow.

Winston, W. L., (2004), *Operations Research Applications and Algorithms*, Louisville: Thomson Brooks/Cole.

Yu, C. S., (2002), "A GP-AHP Method for Solving Group Decision-Making Fuzzy AHP Problems", *Computers & Operations Research*, 29, 14, 1969-2001.