

Yayın Geliş Tarihi: 29.09.2011
Yayına Kabul Tarihi: 03.02.2012
Online Yayın Tarihi: 25.04.2012

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt: 14, Sayı: 1, Yıl: 2012, Sayfa: 07-25
ISSN: 1302-3284 E-ISSN: 1308-0911

KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ UYGULAMASI

Selçuk ALP*
Ceren Erdin GÜNDOĞDU**

Öz

Günümüzde tüketiciler herhangi bir ürün ya da hizmetin yalnızca ucuz olarak sunulmasıyla yetinmemektedir. Satın alma kararını verirken ürünün uygun fiyatının yanı sıra kalite, özgün tasarım, bakım, teknik servis gibi kriterleri de dikkate almaktadır. Ayrıca bu ürünlere istediği anda hızlı bir şekilde ulaşılabilmeyi de beklemektedirler. Bu nedenlerden dolayı kuruluş yerinin seçimi, söz konusu beklentileri karşılamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada tekstil endüstrisi içerisinde önemli bir yer tutan hazır giyim üretimi gerçekleştiren bir işletmenin kuruluş yeri seçimi için örnek bir model oluşturulmuştur. Modelin çözümünde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemleri uygulanmış ve bulanıklığın, sonuçlara olan etkisi ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Kuruluş Yeri Seçimi, Tekstil Sektörü.

ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS APPLICATION IN CHOOSING THE PLACE OF INCORPORATION

Abstract

Today's consumers are not totally satisfied with produced or services solely offered at low prices. They also expect quality, original design and optimum need satisfaction, in addition to quick access to products having those qualities. In this regard, choosing the right place for incorporation is of utmost importance for companies to meet the above-mentioned expectations.

In this study, an exemplary model is developed for choosing the place of incorporation in textile industry. The model is solved through analytical hierarchy process and fuzzy analytical hierarchy process and the effects to the results are betrayed.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Choosing the Place of Incorporation, Textile Industry.

* Öğr. Gör. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, alp@yildiz.edu.tr

** Yrd. Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, cerdin@yildiz.edu.tr

GİRİŞ

Günümüz tüketicisi mal ve/veya hizmetin ucuz olanını değil, nitelikli, uygun fiyatlı ve istediği anda kendine ulaştırılana tercih etmektedir. Bu beklentilerin karşılanmasında, dağıtım ve pazarlama planlamaları yanı sıra bir işletmenin nerede kurulacağını belirlemek yani “kuruluş yeri seçimi” büyük önem taşımaktadır. Kuruluş yeri seçimi, aynı pazarın paylaşılması nedeniyle oluşacak rekabet ortamında avantaj sağlaması dolayısıyla da önem göstermektedir.

Türkiye’de tekstil üretiminin tarihi Osmanlı dönemine kadar uzanmaktadır. 16. ve 17. yüzyılda tekstil üretimi yaygın ve o zamanın koşullarına göre ileri bir düzeyde yapılmakta idi. İmparatorluğun son yıllarına kadar sanayi, tekstil üzerine kuruluydu. 20. yüzyılda daha da gelişen tekstil sektörü, 1923-1962 yılları arasında ülkedeki üretim kapasitesi önemli bir düzeye ulaşmıştır. Tekstil sektörünün en temel hammaddesi olan pamuğun Türkiye’de önemli miktarda yetiştiriliyor olması, izleyen yıllarda ülkede tekstil sektörünün daha da gelişmesini sağlamıştır. 1972 yılına kadar olan süreçte ilk planlı kalkınma denemesinin yapılmasıyla birlikte tekstil sektörü iyice genişlemiştir. 1989’a kadar olan bu süreç ise sektörün dışa açılma yılları olmuştur. 1990’lı yıllara gelindiğinde artık tekstil sektörünün gösterdiği yüksek ihracat performansı ile Türkiye’nin genel ihracatı içerisindeki payı %11’e çıkmıştır (<http://www.itkib.org.tr/>).

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan bir çok yöntem bulunmaktadır. Bunlar kendi aralarında matematiksel yöntemler, finansal yöntemler, simülasyon yöntemi ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri olarak sınıflandırılabilir. Hiyerarşiyi dikkate alan ÇKKV yöntemlerine, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), TOPSIS, Bulanık (Fuzzy) AHP, Bulanık TOPSIS vb. örnek olarak verilebilir (Eleren, 2006: 407).

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP ve Bulanık AHP yöntemleri kullanılarak tekstil sektöründe hazır giyim üretimi üzerine faaliyet gösteren bir firmanın üretim tesisinin kuruluş yeri seçimi problemi incelenecektir. Tekstil sektörünün Türkiye ekonomisi içindeki payı dikkate alındığında, hazır giyim üretimi gerçekleştirecek olan bir firmanın kuruluş yeri seçiminin önemi ortadadır. Ayrıca, çalışmada hem AHP hem de Bulanık AHP yöntemleri ile sonuçlar hesaplanmış ve bulanıklığın etkisi ortaya konulmuştur.

LİTERATÜR TARAMASI

Kuruluş yeri seçimi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle matematiksel programlama ve ÇKKV yöntemleri kullanıldığı görülmüştür. Yang ve Lee, dinamik bir yapıya sahip olması ve esneklik sağlaması nedeniyle fabrika yeri seçimi için karar modeli oluşturmada AHP yöntemini kullandıklarını ifade etmişlerdir (Yang ve Lee, 1997: 246). Kuo vd. (2002) ise yaptıkları çalışmada kuruluş yeri seçiminde bulanık AHP ile kriterlere dayalı çözümler geliştirmişlerdir. Kuruluş yeri seçimi için karar modeli oluşturmada AHP yöntemini kullanan

makalelere ve Burdurlu ve Ejder'in (2003) makalesi örnek olarak verilebilir. Chen (2001) çalışmasında, kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminden yola çıkarak yeni bir çözüm yöntemi önermiştir.

AHP yöntemi ile yapılan çalışmalara tesis yeri seçimi (Yang ve Lee, 1997), personel değerlendirme (Islam ve Rasad, 2006; Taylor vd., 1998), şirketlerin değerlendirilmesi (Ta ve Har, 2000), eğitim değerlendirmesi ve seçimi (Yetim, 2008), yazılım seçimi (Davis ve Williams, 1994; Koçak, 2003), hedef pazar seçimi (Toksarı, 2007), turizm merkezi seçimi (Manap, 2006) ve yeni ürün geliştirme (Yaralıoğlu ve Köksal, 2003) örnek olarak verilebilir.

Bulanık AHP yöntemi ile yapılan çalışmalara ise işletmede kullanılacak yazılımın seçimi (Başlıgil, 2005; Liang ve Lien, 2007), tarımsal karar verme (Günden ve Miran, 2008), tedarikçilerin seçimi ve performanslarının ölçülmesi (Akman ve Alkan, 2006; Güner ve Mutlu, 2005; Kahraman vd., 2004), üniversite tercih sıralaması (Göksu, 2008), enerji kaynağı seçimi (Özdağoğlu, 2008) kuruluş yeri seçimi (Aydın, 2009; Chou, 2008; Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008; Güneri ve Şahin, 2007), rota seçimi (Arslan ve Khisty, 2006) proje seçimi (Enea ve Piazza, 2004; Huang vd., 2008) ve personel seçimi (Dağdeviren, 2007; Özgörmüş vd., 2005) örnek olarak verilebilir.

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok Kriterli Karar Verme

Karar verme problemlerinde kriter sayısının birden fazla olduğu durumlarda, bu problemlere çözüm bulabilmek amacıyla çeşitli bilimsel yöntemler ortaya konulmuştur. Bu çözüm yöntemlerine ÇKKV yöntemleri adı verilmektedir (Göksu, 2008: 2). ÇKKV, bir karar kümesi içinde karar vericiye ve karar verme durumuna bağlı olarak en iyi karar verme işlemidir. Diğer bir ifade ile bir karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sayılamaz sayıda seçenekten oluşan bir küme içinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemidir (Özgörmüş vd., 2005: 112).

ÇKKV yöntemleri genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Tutarlılık Amaçlı Yöntemler: Şebeke Analizi, Simülasyon, Markov Zincirleri vb.

Optimizasyon Amaçlı Yöntemler: Electre I, Delphi, AHP, Tercih Analizi, Girdi-Çıktı Analizi, Doğrusal Programlama, Tamsayılı Programlama, Hedef Programlama, Dinamik Programlama, Envanter Modelleri vb.

Veri İndirgeme Amaçlı Yöntemler: Uyum Analizi, Faktör Analizi vb.

Sınıflama Amaçlı Yöntemler: Diskriminant Analizi, Kümeleme Analizi, Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi vb.

Diğer Yöntemler: Çok Boyutlu Varyans Analizi, Çok Boyutlu Regresyon Analizi, Kümelerarası Korelasyon Analizi vb. (Göksu, 2008: 2).

Anolitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. İnsan doğasında var olan ikili karşılaştırmalara dayanmakta olan AHP ile bu ikili karşılaştırmalar ile seçeneklerin ve kriterlerin birbirlerine göre ne kadar önemli, tercih edilir ya da baskın olduğu değerlendirilir (Erginel, 2004: 19). En iyi seçeneğin belirlenmesine yönelik olan bu yöntem, hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması ve kullanım kolaylığı nedeniyle karmaşık karar problemlerinin çözümünde sıkça kullanılmaktadır.

AHP, karmaşık ve iyi yapılandırılmamış bir durumun, bileşenlerini ve değişkenlerini hiyerarşik bir düzende ifade etme, her bir alternatifin kıyaslamalı önem düzeylerine ilişkin kişisel yargılara kantitatif değerler atama ve elde edilen yargıların sonucuna göre değişkenlerin öncelik düzeylerini ortaya koyarak sentez yapma yöntemi olarak tanımlanabilir.

AHP ile karar verme problemlerinin çözümü için aşağıda verilen aşamalar sırasıyla gerçekleştirilir;

- Hiyerarşik yapının oluşturulması (ayrıştırma),
- Karşılaştırmalı yapılar ve ikili karşılaştırmaların yapılması,
- Görelî önceliklerin hesaplanması (sentezleme),
- Tutarlılık oranının hesaplanması.

AHP'nin ilk aşamasında karar verme problemi, daha kolay anlaşılabilirliği ve değerlendirilebilirliği için hiyerarşik olarak düzenlenir.

İkinci aşamada karşılaştırmalı yargılar ya da ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilir. İkili karşılaştırmalar yapılırken Tablo 1'de verilen ölçek kullanılmaktadır. Bu ölçekler 1-9 arasında yer alan tek sayılardan oluşmaktadır. Çift sayılar ise ara değerler olarak kabul edilmekte ve pek kullanılmamaktadır.

Tablo 1: AHP'de Kullanılan Ölçek

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit Önemli
3	Biraz Önemli
5	Önemli
7	Çok Önemli
9	Mutlak Önemli
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

Kaynak: Saaty, T. L. (1980). *The Analytic hierarchy process*. USA: McGraw-Hill.

Her bir kriterin diğer kriterler göre görelî önemi belirlendikten sonra sonuçlar ikili karşılaştırma matrisinde toplanır.

Tablo 2: İkili Karşılaştırma Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	...	Kriter n
Kriter 1	w_1 / w_1	w_1 / w_2	...	w_1 / w_n
Kriter 2	w_2 / w_1	w_2 / w_2	...	w_2 / w_n
.
.
.
Kriter n	w_n / w_1	w_n / w_2	...	w_n / w_n

Kaynak: Vargas L.G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, 48 (1): 2-8.

Üçüncü aşama olan sentezleme aşamasında ikili karşılaştırma matrislerinde, karşılaştırılan her elemanın görelî önceliği hesaplanır. Görelî önceliklerin hesaplanmasında normalizasyon yöntemi kullanılır.

Elde edilen görelî önem vektörü ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak yeni bir vektör elde edilir (Göksu, 2008: 26). Elde edilen bu vektör, kriterlerin ağırlıklarını (önem derecelerini) göstermektedir ve karar vericiler için önemli bilgiler sunmaktadır.

Son aşama, tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının hesaplanması aşamasıdır. Tutarlılık analizi ile ikili karşılaştırma sonucunda elde edilen değerlerin yani önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve matematiksel ilişkisi incelenmektedir. Tutarlılık analizi ile ikili karşılaştırmaların tutarlılık derecesi ölçülmektedir. Tutarlılık oranı olarak adlandırılan ölçü, karar vericilerin ikili karşılaştırmalarındaki yanlış değerlendirmelerini belirleme olanağı vermektedir. Bu olanak ile yalnızca hataların yakalanmasını değil aynı zamanda karar vericilerin yaptıkları abartılı değerlendirmeleri de göstermektedir (Koçak, 2003: 76).

Kriterlerin görelî önemleri bulunarak matris tutarlılığı hesaplanır. Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için en büyük özdeğerinin λ_{\max} matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir (Güngör ve İşler, 2005: 24). Hesaplanan sütun vektörü normalize edilerek, görelî önemler vektörü " W_i " elde edilir. Matristeki her bir satır görelî önemler vektörü ile çarpılarak bir sütun vektörü elde edilir. Daha sonra bu vektörün her elemanı, görelî önemler vektörünün karşı gelen elemana bölünür. Elde edilen son sütun vektörünün aritmetik ortalaması ise en büyük özdeğer olan λ_{\max} 'ı vermektedir (Arslan ve Khisty, 2005: 423). λ_{\max} değeri hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranını bulmak için aşağıdaki formüller kullanılır.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi}(TG) = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı}(TO) = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}}{\text{Tesadüfîlik Göstergesi}} \quad (2)$$

Tesadüflük göstergesi aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi en fazla 15 boyutlu matrisler için hesaplanmıştır (Göksu, 2008: 26).

Tablo 3: Tesadüflük Göstergesi

N	1	2	3	4	5	6	7	8
TG	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40
N	9	10	11	12	13	14	15	
TG	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	

Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Bulanık mantık, ilk olarak Lofti A. Zadeh tarafından ortaya konulmuştur ve bulanık küme mantığına dayanmaktadır. Bulanık küme, elemanların kümeye aitlik derecesi “üyelik değeri” ile tanımlanmış olan kümeyi ifade etmektedir. Klasik küme kavramında bir eleman bir kümenin ya üyesidir ya da değildir. Bulanık küme mantığında ise küme aitlik derecesi μ , 0 ile 1 arasında değişir ve 0 kümeye kesin olarak ait olmamayı, 1 ise kesin olarak kümeye ait olmayı ifade eder. Kümeye aitlik derecesi üçgen, yamuk, Gauss eğrisi gibi standart fonksiyonlarla tanımlanabildiği gibi çok farklı fonksiyonlar kullanılarak da oluşturulabilir (Başlıgil, 2005: 24).

Birçok karar probleminde uygulama alanı bulmasına rağmen AHP’ye karşı pek çok eleştiriler de yapılmaktadır. Öncelikle AHP, yapılan değerlendirmelerde karara, kritere ve seçeneklere ilişkin mevcut olabilecek belirsizlikleri dikkate almamakta bu durum ise verilecek kararı önemli ölçüde etkilemektedir (Cheng, 1996: 343). AHP yöntemi ile çözülmüş olan bir karar problemine mevcut seçeneklerden daha kötü bir seçenek eklenmesi halinde seçeneklerin sıralamasının değişme olasılığı vardır. Bu durum ise AHP yöntemi ile çözülmüş olan karar verme problemlerinin her zaman doğru sonuçları garanti etmeyeceğini göstermektedir. AHP’de önceliklerin temeli, karar vericilerin algılarına dayalı yargıları olduğundan dolayı bulanık AHP daha başarılı sonuçlar üretmektedir (Leung ve Cao, 2000: 103; Özdağoğlu, 2008: 17). Klasik AHP’de karar vericiler değerlendirmelerini yaparlarken gerçek değerleri kullanırlarken, Bulanık AHP’de bulanık sayılar ya da dilsel değişkenler kullanılarak daha doğru değerlendirme yapılabilmektedir. Literatür incelendiğinde farklı yazarlar tarafından pek çok farklı Bulanık AHP yöntemi önerildiği görülmektedir (Özgörmüş vd., 2005: 112).

Bu yöntemlerin bazıları, Van Laarhoven ve Pedryey’in Saaty’nin AHP yönteminin üçgensel bulanık sayılarla birlikte doğrudan genişletilmesi yöntemi, Buckley’in yine Saaty’nin AHP yöntemini a_{ij} bulanık karşılaştırma oranlarıyla geliştirmiş olduğu yöntem, Chang tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi, entropi ağırlığına dayanan bulanık AHP yöntemi, Enea ve Piazza tarafından ortaya konulan kısıtlı bulanık AHP yöntemi ve bulanık sayılar sıralaması yöntemleri olarak verilebilir (Göksu, 2008: 32-38).

Bulanık küme teorisinde, karar vericilerden sağlanan oran ölçeği değeri bir üyelik fonksiyonu olarak tanımlanan bir bulanık sayıdır. Burada, üyelik fonksiyonu

öncelik setindeki yargı aralığındaki elemanların değerini tanımlamaktadır. Uzmanların bir konudaki görüşlerini kesin bir sayı yerine, sözel değerlendirmelerle vermeleri daha uygun olacaktır. Bu sözel değerlendirmeler, yargı aralığını gösteren üçgensel bulanık sayılardır (Triangular Fuzzy Numbers – TFN) (Özdağoğlu, 2008: 17). TFN, $(l|m, m|u)$ ya da (l,m,u) şeklinde gösterilir. Bir bulanık olay için l , m ve u parametreleri, sırasıyla mümkün en küçük değeri, en çok beklenen değeri ve mümkün en büyük değeri göstermektedir (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007: 73). Bulanık AHP hesaplamalarında kullanılan üçgensel bulanık sayılar Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Üçgensel Bulanık Sayılar

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit Önemli	1	(1,1,1)	(1,1,1)
Biraz Önemli	2	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$
Önemli	3	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$
Çok Önemli	4	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	$(\frac{2}{7}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5})$
Mutlak Önemli	5	$(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$	$(\frac{2}{9}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7})$

Bu çalışmada, Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: i . nesneye göre bulanık sentetik boyut değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ matrisinin m adet boyut analizinin bulanık toplamı aşağıdaki 4 numaralı formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j \sum_{j=1}^m m_j \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \text{ İfadesini hesaplamak için, } M_{g_i}^j (j=1,2,\dots,m) \text{ değerleri}$$

üzerinde bulanık toplama işlemi gerçekleştirilir. Bu adımın en son aşaması olarak 5 numaralı formül yardımıyla vektörün tersinin hesaplanmasıdır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right) \quad (5)$$

Adım 2: $M_2(l_2, m_2, u_2) \geq M_1(l_1, m_1, u_1)$ olasılık değeri aşağıda verilen 6 numaralı formüldeki gibi tanımlanmıştır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right] \quad (6)$$

$M_1(l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2(l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayılar olmak üzere $V(M_2 \geq M_1)$;

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \quad (7)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & ; m_2 \geq m_1 \\ 0 & ; l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & ; \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (8)$$

şeklinde hesaplanır.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k tane konveks sayıdan M_i ($i=1,2,\dots,k$) daha büyük olma olasılığı,

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i) \quad (i=1,2,\dots,k) \quad (9)$$

şeklinde hesaplanır. ($i=1,2,\dots,k$) ve $k \neq i$ için $d'(A_i) = \min(V(S_i \geq S_k))$ olduğu kabul edilir ve böylece ağırlık vektörü, $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$ şeklinde hesaplanır. Burada, A_i ($i=1,2,\dots,n$) n elemandan oluşmaktadır.

Adım 4: Yukarıda 9 numaralı formülde verilen ağırlık vektörü, normalizasyon işleminden sonra normalize ağırlık vektörü; $W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$ adını alır. Hesaplanan W ağırlık vektörü artık bulanık bir sayı değildir (Özdağoğlu, 2008: 18-29; Çanlı ve Kandakoğlu, 2007: 73-75; Başlıgil, 2005: 25-26).

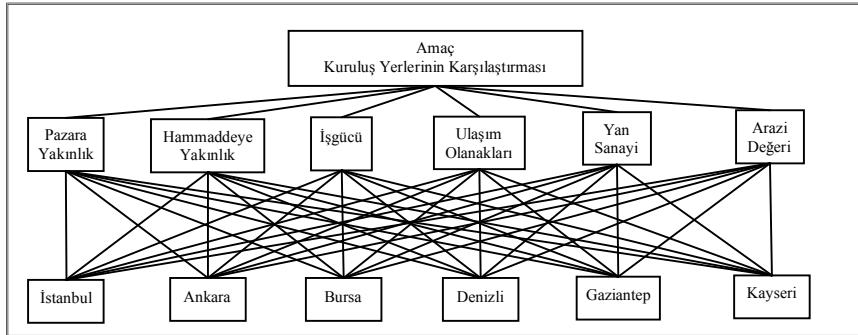
UYGULAMA

Problem

Uygulama, Türkiye'de önemli bir yere sahip olan tekstil sektörü üzerinde gerçekleştirilmiştir. Özellikle hazır giyim alanında üretim faaliyeti gösterecek olan bir işletme için en uygun kuruluş yerinin belirlenmesine çalışılacaktır. Saaty, AHP'nin kullanılmasında doğrudan doğruya ilgili kişilerle yüz yüze anket yapılıp, onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir (Evren ve Ülengin, 1992: 53). Bu nedenle sektörün ilgilileri ile görüşülmüş ve hazır giyim alanında üretim gerçekleştirecek tekstil işletmesi için kuruluş yeri seçiminde

dikkate alınması gereken kriterler; Pazara Yakınlık (PY), Hammaddeye Yakınlık (HY), İşgücü (İŞ), Ulaşım Olanakları (UO), Yan Sanayi (YS), Arazi Değeri (AD); uygun kuruluş yerleri (alternatifler) ise İstanbul, Ankara, Bursa, Denizli, Gaziantep ve Kayseri olarak belirlenmiştir. Belirlenen kriter ve alternatiflerin hiyerarşik yapısı Şekil 1’de verilmiştir. Hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonra çözüm aşamasına geçilmiştir.

Şekil 1: Problemin Hiyerarşik Yapısı



Analitik Hiyerarşi Prosesi

Kriterlerin birbiri üzerindeki göreceli önemlerinin belirlenebilmesi için ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5 oluşturulmuştur. Bu matris karar vericilerin anketlere verdikleri yanıtlardan oluşturulmuştur.

Tablo 5: Kriterlerin Karşılaştırmalı Puanları

	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD
PY	1.0000	0.3333	7.0000	3.0000	1.0000	5.0000
HY	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	7.0000
İŞ	0.1429	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	5.0000
UO	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	0.3333	3.0000
YS	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000
AD	0.2000	0.1429	0.2000	0.3333	0.2000	1.0000
TOPLAM	5.6762	3.1429	13.2000	11.3333	4.8333	24.0000

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, “sentezleme” aşamasına geçilmiştir. Göreli öncelik değerleri normalizasyon yöntemi ile hesaplanmıştır. Önce matrisin sütun elemanları normalize edilmiş, daha sonra normalize edilen bu matrisin satır toplamları tekrar normalize edilerek Tablo 6’da verilen kriterlerin öncelik değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 6: Kriterler için Öncelik Vektörü

Kriterler	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD	TOPLAM
Ağırlıklı Puanlar	0.2484	0.3048	0.1180	0.0863	0.2080	0.0346	1.0000

İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için matrisin en büyük özdeğeri olan λ_{max} , MATLAB 7.0 uygulama programı aracılığıyla hesaplanmış ve değeri 6.5867 olarak bulunmuştur.

Bu değere bağlı tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranı hesaplandığında çalışmada kullanılan kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu görülmektedir.

$$TG = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{6.5867 - 6}{6 - 1} = 0.1173$$

$$TO = \frac{TG}{RG} = \frac{0.1173}{1.24} = 0.0946$$

Tutarlılık oranının (0.0946) kritik değer olan 0.10'den küçük olması, karar vericilerin kriterlere yönelik yargılarının tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlara göre kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; tekstil sektöründe faaliyet gösterecek bir işletme için pazara yakınlık %24.84, hammaddeye yakınlık %30.48, işgücü %11.80, ulaşım olanakları %8.63, yan sanayi %20.80 ve arazi değeri ise %3.46 öneme sahip olduğu görülmektedir.

Kriterlerle ilgili karşılaştırmalardan sonra her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri, öncelik değerleri ve tutarlılık oranları Tablo 7-8-9-10-11-12 hesaplanmıştır.

Tablo 7: Kuruluş Yerlerinin Pazara Yakınlık Kriter Puanları

PAZARA YAKINLIK							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	7.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	0.4362
Ankara	0.1429	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	0.0690
Bursa	0.3333	3.0000	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.1600
Denizli	0.2000	3.0000	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	0.1039
Gaziantep	0.2000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	0.1331
Kayseri	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	0.3333	1.0000	0.0979

Tutarlılık Oranı = 0.0794

Tablo 8: Kuruluş Yerlerinin Hammaddeye Yakınlık Kriter Puanları

HAMMADDEYE YAKINLIK							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	5.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	0.4405
Ankara	0.2000	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	0.0703
Bursa	0.3333	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	0.1855
Denizli	0.2000	3.0000	0.3333	1.0000	3.0000	1.0000	0.1253
Gaziantep	0.2000	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000	0.3333	0.0584
Kayseri	0.2000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.1200

Tutarlılık Oranı = 0.0557

Tablo 9: Kuruluş Yerlerinin İşgücü Kriter Puanları

İŞGÜCÜ							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000	1.0000	3.0000	0.2731
Ankara	0.3333	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.1510
Bursa	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	3.0000	0.2092
Denizli	0.2000	0.3333	0.3333	1.0000	0.3333	0.3333	0.0542
Gaziantep	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	3.0000	0.2092
Kayseri	0.3333	1.0000	0.3333	3.0000	0.3333	1.0000	0.1034

Tutarlılık Oranı = 0.0384

Tablo 10: Kuruluş Yerlerinin Ulaşım Olanakları Kriter Puanları

ULAŞIM OLANAKLARI							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	0.2658
Ankara	0.3333	1.0000	0.3333	1.0000	3.0000	1.0000	0.1303
Bursa	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.2203
Denizli	0.3333	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.1541
Gaziantep	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	0.3333	0.0606
Kayseri	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.1690

Tutarlılık Oranı = 0.0316

Tablo 11: Kuruluş Yerlerinin Yan Sanayi Kriter Puanları

YAN SANAYİİ							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.1863
Ankara	1.0000	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000	1.0000	0.1163
Bursa	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.2196
Denizli	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.2196
Gaziantep	0.3333	1.0000	0.3333	0.3333	1.0000	0.3333	0.0732
Kayseri	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	0.1863

Tutarlılık Oranı = 0.0335

Tablo 12: Kuruluş Yerlerinin Arazi Değeri Kriter Puanları

ARAZİ DEĞERİ							
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri	Öncelik Vektörü
İstanbul	1.0000	0.3333	0.3333	0.3333	0.2000	0.2000	0.0541
Ankara	3.0000	1.0000	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	0.1119
Bursa	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.3333	1.0000	0.1929
Denizli	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2217
Gaziantep	5.0000	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2105
Kayseri	5.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2089

Tutarlılık Oranı = 0.0030

Her bir kriter için alternatiflerin öncelik değerleri hesaplandıktan sonra elde edilen matrisin elemanları, kriterlerin öncelik değerleri ile çarpılarak alternatiflerin genel öncelik değerleri elde edilmiştir. Kriterlerin ve kriterlere göre alternatiflerin öncelik değerleri ve kuruluş yerleri için hesaplanmış öncelik değerleri ise Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13: Kuruluş Yerlerinin Ağırlık Puanları ve Sıralaması

	KRİTERLER						Öncelik Değerleri
	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD	
Ağırlıklar	0.2484	0.3048	0.1180	0.0863	0.2080	0.0346	
İstanbul	0.4362	0.4405	0.2731	0.2658	0.1863	0.0541	0.3383
Ankara	0.0690	0.0703	0.1510	0.1303	0.1163	0.1119	0.0954
Bursa	0.1600	0.1855	0.2092	0.2203	0.2196	0.1929	0.1923
Denizli	0.1039	0.1253	0.0542	0.1541	0.2196	0.2217	0.1370
Gaziantep	0.1331	0.0584	0.2092	0.0606	0.0732	0.2105	0.1033
Kayseri	0.0979	0.1200	0.1034	0.1690	0.1863	0.2089	0.1337

Tablo 13'de görüldüğü üzere ağırlıklı ortalama puan sıralamasına göre alternatif kuruluş yerleri sıralamasında ilk üç sırayı İstanbul, Bursa ve Denizli'nin aldığı ve Kayseri'nin öncelik değerinin Denizli'ye yakın olduğu görülmektedir.

Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Karar vericilerin anketlere verdikleri yanıtlardan elde edilen ve AHP yönteminde de kullanılan önem düzeyleri bulanık üçgensel sayılar olarak düzenlenmiş ve kriterler için kullanılan önem değerleri Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14: Kriterlerin Karşılaştırmalı Puanları

	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD
PY	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$
HY	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$
İŞ	$(\frac{2}{7}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$
UO	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$
YS	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$
AD	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	$(\frac{2}{7}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5})$	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	(1,1,1)

Tablo 14’e göre yapay değerler:

$$S_{PY} = (7.3334, 9.0000, 11.0000) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{PY} = (0.1488, 0.2241, 0.3306)$$

$$S_{HY} = (6.5001, 8.0000, 10.0000) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{HY} = (0.1318, 0.1992, 0.3006)$$

$$S_{İŞ} = (5.4524, 6.3333, 7.4000) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{İŞ} = (0.1106, 0.1577, 0.2224)$$

$$S_{UO} = (5.4524, 6.3333, 7.4000) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{UO} = (0.0947, 0.1494, 0.2404)$$

$$S_{YS} = (6.1667, 7.0000, 8.0000) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{YS} = (0.1251, 0.1743, 0.2404)$$

$$S_{AD} = (3.1524, 3.8333, 4.9001) \times (1/33.2718, 1/40.1666, 1/49.3001)$$

$$S_{AD} = (0.0639, 0.0954, 0.1473)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{PY} > S_{HY}) = 1.0000 \quad V(S_{PY} > S_{İŞ}) = 1.0000 \quad V(S_{PY} > S_{UO}) = 1.0000$$

$$V(S_{PY} > S_{YS}) = 1.0000 \quad V(S_{PY} > S_{AD}) = 1.0000$$

$$V(S_{HY} > S_{PY}) = 0.8591 \quad V(S_{HY} > S_{İŞ}) = 1.0000 \quad V(S_{HY} > S_{UO}) = 1.0000$$

$$V(S_{HY} > S_{YS}) = 1.0000 \quad V(S_{HY} > S_{AD}) = 1.0000$$

$$\begin{array}{lll}
 V(S_{İŞ} > S_{PY}) = 0.5260 & V(S_{İŞ} > S_{HY}) = 0.6858 & V(S_{İŞ} > S_{UO}) = 1.0000 \\
 V(S_{İŞ} > S_{YS}) = 0.8543 & V(S_{İŞ} > S_{AD}) = 1.0000 & \\
 V(S_{UO} > S_{PY}) = 0.5511 & V(S_{UO} > S_{HY}) = 0.6856 & V(S_{UO} > S_{İŞ}) = 0.9399 \\
 V(S_{UO} > S_{YS}) = 0.8225 & V(S_{İŞ} > S_{AD}) = 1.0000 & \\
 V(S_{YS} > S_{PY}) = 0.6481 & V(S_{YS} > S_{HY}) = 0.8135 & V(S_{YS} > S_{İŞ}) = 0.9399 \\
 V(S_{YS} > S_{UO}) = 1.0000 & V(S_{YS} > S_{AD}) = 1.0000 & \\
 V(S_{AD} > S_{PY}) = 0.0000 & V(S_{AD} > S_{HY}) = 0.1295 & V(S_{AD} > S_{İŞ}) = 0.3708 \\
 V(S_{AD} > S_{UO}) = 0.4938 & V(S_{AD} > S_{YS}) = 0.2196 &
 \end{array}$$

Değerleri elde edilir, elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü; $W' = (1.0000, 0.8591, 0.5260, 0.5511, 0.6481, 0.0000)^T$ olarak bulunur.

Hesaplanan bu vektör normalize edildiğinde kriterlerin ağırlıkları $W' = (0.2790, 0.2397, 0.1467, 0.1543, 0.1808, 0.0000)^T$ hesaplanmış olur.

Tablo 15: Kriterler için Öncelik Vektörü

Kriterler	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD	TOPLAM
Ağırlıklı Puanlar	0.2790	0.2397	0.1467	0.1543	0.1808	0.0000	1.0000

Bu sonuçlara göre kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; tekstil sektöründe faaliyet gösterecek bir işletme için pazara yakınlık %27.90, hammaddeye yakınlık %23.97, işgücü %14.67, ulaşım olanakları %15.38, yan sanayi %18.08 ve arazi değeri ise %0.0 öneme sahip olduğu görülmektedir.

Kriterlerle ilgili karşılaştırmalardan sonra her bir kriter için alternatiflerin bulanık üçgensel sayılardan oluşan ikili karşılaştırma matrisleri ve öncelik değerleri Tablo 16-17-18-19-20-21 verilmiştir.

Tablo 16: Kuruluş Yerlerinin Pazara Yakınlık Kriter Puanları

	PAZARA YAKINLIK					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	$(\frac{5}{2}, \frac{3}{3}, \frac{7}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$
Ankara	$(\frac{2}{7}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5})$	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)
Bursa	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)
Denizli	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
Gaziantep	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$
Kayseri	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$	(1,1,1)

$$W' = (0.4490, 0.0814, 0.1652, 0.1035, 0.0648, 0.1361)^T$$

Tablo 17: Kuruluş Yerlerinin Hammaddeye Yakınlık Kriter Puanları

	HAMMADDEYE YAKINLIK					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$
Ankara	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)
Bursa	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Denizli	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Gaziantep	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Kayseri	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)

$$W' = (0.3582, 0.1132, 0.1725, 0.1341, 0.1341, 0.0879)^T$$

Tablo 18: Kuruluş Yerlerinin İşgücü Kriter Puanları

	İŞGÜCÜ					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Ankara	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)
Bursa	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Denizli	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Gaziantep	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Kayseri	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)

$$W' = (0.2028, 0.1592, 0.1592, 0.1516, 0.1592, 0.1681)^T$$

Tablo 19: Kuruluş Yerlerinin Ulaşım Olanakları Kriter Puanları

	ULAŞIM OLANAKLARI					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Ankara	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Bursa	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Denizli	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Gaziantep	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Kayseri	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)

$$W' = (0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667)^T$$

Tablo 20: Kuruluş Yerlerinin Yan Sanayii Kriter Puanları

	YAN SANAYİİ					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Ankara	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)
Bursa	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Denizli	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Gaziantep	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$
Kayseri	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)

$$W' = (0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667, 0.1667)^T$$

Tablo 21: Kuruluş Yerlerinin Arazi Değeri Kriter Puanları

	ARAZİ DEĞERİ					
	İstanbul	Ankara	Bursa	Denizli	Gaziantep	Kayseri
İstanbul	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$	$\left(\frac{2}{5}, 1, \frac{2}{3}\right)$
Ankara	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Bursa	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)
Denizli	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
Gaziantep	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
Kayseri	$\left(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}\right)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)

$$W' = (0.1187, 0.1640, 0.1589, 0.1524, 0.2030, 0.2030)^T$$

Her bir kriter için alternatiflerin öncelik değerleri hesaplandıktan sonra elde edilen matrisin elemanları, kriterlerin öncelik değerleri ile çarpılarak alternatiflerin genel öncelik değerleri elde edilmiştir. Kriterlerin ve kriterlere göre alternatiflerin öncelik değerleri ve kuruluş yerleri için hesaplanmış olan öncelik değerleri ise Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22: Kuruluş Yerlerinin Ağırlık Puanları ve Sıralaması

	KRİTERLER						Öncelik Değerleri
	PY	HY	İŞ	UO	YS	AD	
Ağırlıklar	0.2790	0.2397	0.1467	0.1538	0.1808	0.0000	
İstanbul	0.4490	0.3582	0.2028	0.1667	0.1667	0.1187	0.2966
Ankara	0.0814	0.1132	0.1592	0.1667	0.1667	0.1640	0.1289
Bursa	0.1652	0.1725	0.1592	0.1667	0.1667	0.1589	0.1665
Denizli	0.1035	0.1341	0.1516	0.1667	0.1667	0.1524	0.1390
Gaziantep	0.0648	0.1341	0.1592	0.1667	0.1667	0.2030	0.1293
Kayseri	0.1361	0.0879	0.1681	0.1667	0.1667	0.2030	0.1394

Tablo 22’de görüldüğü üzere ağırlıklı ortalama puan sıralamasına göre alternatif kuruluş yerleri sıralamasında ilk üç sırayı İstanbul, Bursa ve Kayseri’nin aldığı Denizli’nin puanının Kayseri’ye yakın olduğu görülmektedir.

AHP ve Bulanık AHP Yöntem Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tablo 23’de görüldüğü üzere ağırlıklı ortalama puan sıralamasına göre alternatif kuruluş yerleri sıralamaları her iki yöntemde birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

Tablo 23: AHP ve BAHP Öncelik Değerleri

Alternatifler	Öncelik Değerleri	
	AHP	BAHP
İstanbul	0.3383	0.2966
Ankara	0.0954	0.1289
Bursa	0.1923	0.1665
Denizli	0.1370	0.1390
Gaziantep	0.1033	0.1293
Kayseri	0.1337	0.1394

Sıralamalar incelenecek olursa 3 ve 4. sırada yer alan Denizli ve Kayseri sıralaması değiştiği ancak sonuçlara bakıldığında iki yöntemin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Aynı farklılaşma değerlendirme kriterlerinde de görülmektedir. Ancak bu durum radikal değişimlere yol açmamıştır.

SONUÇ

İşletmeler için çok önemli bir karar aşaması olan kuruluş yeri seçimi günümüz koşullarında kuruluşun geleceği açısından yaşamsal bir öneme sahiptir. Bu nedenle bu aşamada alınacak kararların bilimsel yöntemlerle saptanması daha uygun olacaktır.

Son zamanlarda giderek uygulama alanı genişleyen çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve belirsizlik durumundaki dezavantajını gidermeye çalışan Bulanık AHP yöntemleri karar vericiler için önemli ve güçlü bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan tekstil sektöründe yer seçimi örnek modeli, AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinin kuruluş yeri seçimi alanında kolayca uygulanabilir ve güvenilirliği yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. Uygulama sonucu, işgücü, pazara ve hammaddeye yakınlık, ulaşım ve yan sanayi olanakları ile İstanbul birinci öncelikli il olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak kuruluş yeri seçiminde, gerçeği yansıtan anlamlı sonuçlara ulaşabilmek için kullanılan AHP yönteminin uygulanabilmesinin, kriterlerin ve ağırlıkların doğru belirlenmesine ve karşılaştırma matrislerinin doğru, önyargısız ve tutarlı olmasına bağlı olduğu görülmektedir. Kriter ve seçeneklere ilişkin karar vericilerde çıkabilecek belirsizliklerden kaynaklanan sorunlar Bulanık AHP yöntemi ile kolayca giderilebilmektedir.

KAYNAKÇA

Akman, G. ve Atakan, A. (2006). Tedarik zinciri yönteminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: otomotiv yan sanayinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 23-46.

Arslan, T. ve Khisty, C. J. (2006). A ration approach to handling fuzzy perceptions in route choice. *European Journal of Operation Research*, 168 (2): 571-583.

Aydın, Ö. (2009). Bulanık AHP ile Ankara için hastane seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 87-104.

Başlıgil, H. (2005). Bulanık AHP ile yazılım seçimi. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (3): 24-33.

Burdurlu, E. ve Ejder, E. (2003). Location choice for furniture industry firms by using AHP method. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16 (2): 369-373.

Chen, C.T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy Sets and Systems*, 118 (1): 65-73.

Cheng, C.H. (1996). evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. *European Journal of Operational Research*, 96 (2): 343-350.

Chou T.Y., Hsu, C.L. ve Chen M.C. (2008). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Model for International Tourist Hotels Location Selection. *International Journal of Hospitality Management*, 27 (2): 293-301.

Çanlı, H. ve Kandakoğlu, A. (2007). hava gücü mukayesesi için bulanık AHP modeli, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3 (1): 71-82.

Dağdeviren, M. (2007), Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (4): 791-799.

Davis, L. ve Williams, G. (1994). Evaluating and selecting simulation software using the analytic hierarchy process. *Integrated Manufacturing Systems*, 5 (1): 23-32.

Eleren, A. (2006). Kuruluş yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile belirlenmesi; deri sektörü örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2): 405-416.

Enea, M. ve Piazza T. (2004). Project selection by constrained fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3 (1): 39-62.

Erginel, N.M. (2004). Tasarım hata türü ve etkileri analizinin etkinliği için bir model ve uygulaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 15 (3): 17-26.

Ertuğrul İ. ve Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy topsis methods for facility location selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39 (7-8): 783-795.

Evren, R. ve Ülengin F. (1992). *Yönetimde karar verme*. İstanbul: İTÜ Yayınları, Sayı: 1478.

Göksu, A. (2008). Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralamasında uygulanması. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Günden, C. ve Miran, B. (2008). Bulanık Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak çiftçi kararlarının analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45 (3): 195-204.

Güner, H. ve Mutlu, Ö. (2005) “Bulanık AHP İle Tedarikçi Seçim Problemi Ve Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi V. Ulusal Üretim Araştırma Sempozyumu, 25-27 Kasım, İstanbul.

Güneri, A.F. ve Şahin, H. (2007). AHP ve fuzzy AHP ile Türkiye’de uygun tersane yeri seçimi. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, (172): 7-21.

Güngör, İ. Ve İşler. D.B. (2005). Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2): 21-33.

Huang C. C., Chu, P. Y. ve Chiang Y. H. (2008). A Fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega, The International Journal of Management Science*, 36 (6): 1038-1052.

İslam, R. ve Rasad S. M. (2006). employee performance evaluation by the AHP: A case study. *Asia Pacific Management Review*, 11 (3): 163-176.

İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, “Türk tekstil sektörü”, http://www.itkib.org.tr/ihracat/DisTicaretBilgileri/raporlar/dosyalar/tanitim_teksti.pdf, (04.09.2011).

Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: the case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87 (2): 171-184.

Koçak, A. (2003). Yazılım seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi yaklaşımı ve bir uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 3 (1): 67-77.

Kuo, R. J., Chi, S. C. ve Kao, S. S. (2002). A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers In Industry*, 47 (2): 199-214.

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.

Liang S. K. ve Lien, C. T. (2007). Selecting the optimal ERP software by combining the ISO 9126 standard and fuzzy AHP approach. *Contemporary Management Research*, 3(1): 23-44.

Manap, G. (2006). Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile turizm merkezi seçimi. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2): 157-171.

Özdağoğlu, A. (2008). Bulanık analitik hiyerarşi süreci yönteminde duyarlılık analizler,: yeni bir alternatifin eklenmesi-enerji kaynağının seçimi üzerinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 14 (2): 15-34.

Özgörmüş, E., Mutlu, Ö. ve Güner, H. (2005) “Bulanık AHP ile personel seçimi” İstanbul Ticaret Üniversitesi V. Ulusal Üretim Araştırma Sempozyumu, 25-27 Kasım, İstanbul.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic hierarchy process*. USA: McGraw-Hill.

Ta H. P., ve Har, K. Y. (2000). A study of bank selection decision in Singapore using the analytical hierarchy process. *International Journal of Bank Marketing*, 18 (4): 170-180.

Taylor F. A., Ketcham, F. A. ve Hoffman D. (1998). Personnel evaluation with AHP. *Management Decision*, 36 (10): 679-685.

Toksarı, M. (2007). Analitik Hiyerarşi prosesi yaklaşımı kullanılarak mobilya sektörü için Ege Bölgesi'nde hedef pazarın belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi*, 14 (1): 171-180.

Vargas, L. G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, 48 (1): 2-8.

Yang, J. ve Lee, H. (1997). An AHY decision model for facility location selection. *Facilities*, 15 (9/10): 241-254.

Yaralıoğlu, K. ve Köksal H. (2003). Analytic hierarch process as a managerial decision tool in the evaluation of new product ideas. *Ege Akademik Bakış*, 3 (1): 119-137.

Yetim S. (2008). Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencilerinin bu programı seçmelerinde etkili olan öncelikli faktörlerin analitik hiyerarşi prosesi metodu ile analizi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (2): 589-606.