



Research Article / Araştırma Makalesi
ANALYTIC NETWORK PROCESS AND TOPSIS METHODS WITH
SELECTION OF OPTIMAL INVESTMENT STRATEGY

İnci GÖRGÜLÜ, Melek KORKMAZ, Tamer EREN*

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE

Received/Geliş: 05.03.2012 Accepted/Kabul: 30.05.2012

ABSTRACT

In this paper, optimal investment strategy selection problem is handled, that is very important for companies, and a analytic network process (ANP) and technique for order preference by similarity to an ideal solution (TOPSIS) based approach is proposed to solve this selection problem. ANP method is used to determine the importance degree of main criteria and subcriteria, TOPSIS method is developed to rank the alternatives. A silver firm's data were analyzed to select optimal investment strategy.

Keywords: Optimal investment strategy, multicriteria decision making, analytic network process, Topsis.

ANALİTİK AĞ PROSESİ VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE OPTİMAL YATIRIM STRATEJİSİ SEÇİMİ

ÖZET

Bu çalışmada, işletmeler için büyük önem taşıyan optimal yatırım strateji seçimi problemi ele alınmakta ve bu problemin çözümüne yönelik olarak analitik ağ süreci (AAP) ve Topsis tabanlı bir yaklaşım önerilmektedir. AAP yöntemi ana kriterler ve alt kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için, Topsis yöntemi ise alternatiflerin sıralanması için kullanılmıştır. Bir gümüş firmasının verileri analiz edilerek en uygun yatırım stratejisi seçilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Optimal yatırım stratejisi, çok ölçütlü karar verme, analitik ağ prosesi, Topsis.

1. GİRİŞ

İşletmeler ayakta kalabilmek ve hayatlarını sürdürebilmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadırlar. Bu kararları alırken, karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve subjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleri ile karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler kümesinden uygun alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne birbiri ile çelişen ve fazla sayıda kriter dâhil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanmak gerekmektedir[1-5]. Bu çalışmada da çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden en çok kullanılanlardan analitik ağ prosesi (AAP) ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: teren@kku.edu.tr, tel: (318) 357 3576 / 1011

Bu çalışmada kullanılan ilk yöntem, analitik hiyerarşik prosesi (AHP)'ni de kapsamına alan AAP yöntemi, ilk defa Saaty [6] tarafından ortaya konulmuştur. AAP tekniğinde karar verme problemi bir şebeke yapısı ile modellenmekte ve modelleme aşamasında faktörler arasındaki etkileşimler, faktör kümeleri arasındaki geri bildirimler ve faktör kümeleri içindeki iç bağımlılıklar dikkate alınmaktadır. AAP tekniği bu yapısıyla karar verme problemlerinin daha etkin ve gerçekçi bir şekilde çözülmesini sağlamaktadır[6]. AAP birçok problem çeşidinde uygulanmıştır: Proses karar vermede [7], toplam kalite yönetiminde [8], bilgi teknolojilerinde [9], kurumsal kaynak planlamada [10], stratejik ortak seçimde [11,12], yeni ürün geliştirmede [13], ürün karışım planlamada [14], tersine lojistik proje seçiminde [15], temel malzemelerin dağıtım stratejisi seçiminde [16], araştırma ve geliştirme projesi seçiminde [17-20], makine seçiminde [21], kalite evi performans geliştirmede [22], kalite fonksiyonu yayılımında [23,24] ve SWOT analizinde [25] Üçüncü parti lojistik firma seçiminde [26], hedef programlama ile hemşire çizelgelemede [27] kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan diğer yöntem, Hwang ve Yoon [28] tarafından geliştirilmiş olan TOPSIS yönteminde, m sayıda alternatifi ve n sayıda kriteri olan çok amaçlı karar verme problemi n boyutlu uzayda m noktaları ile gösterilebilmektedir. Hwang ve Yoon [28] TOPSIS yöntemini çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır. Bu yöntem stratejik tedarikçi seçiminde [29] çok ölçütlü envanter planlamada [30], yük taşımacılığı seçiminde [31] optimizasyon problemlerinde [32], AHP ile birlikte bursiyer seçimi [33] ve hizmet sağlayıcı seçiminde [34] kullanılmıştır. Bu çalışmada bir firmanın optimal yatırım projesi seçimi için bahsedilen AAP ve TOPSIS karar verme yöntemleri kullanılacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde çok ölçütlü karar verme yöntemleri bahsedilecektir. Üçüncü bölümde ise uygulama yapılan firma hakkında bilgi verilerek, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin uygulaması verilecektir. Son bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında öneriler anlatılmıştır.

2. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar vermek birçok alanda karşılaşılan bir problemdir. İş hayatında da çok büyük risklerle karar vermek zorunda kalınabilmektedir. Birçok seçenek bulunduğu anda isabetli karar vermek zorlaşırken riskte artmaktadır. Birden fazla kriterle sahip problemlerde karar verme sorunu çözmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar çok kriterli karar verme yöntemleri olarak ifade edilir. Bu çalışmada iki yöntem kullanılacaktır. AAP yöntemi ile ağırlıklar belirlenip, TOPSIS yöntemiyle de karar verilecektir.

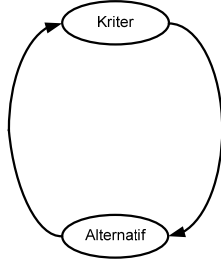
2.1. Analitik Ağ Prosesi (Analitik Network Proses)

AAP, karar vericinin kişisel yargı ve değerlendirmelerine bağlı olarak seçenekleri en önemliden en önemsiz doğru sıralar. Hatta seçeneklerin önem derecesini de belirleyerek seçeneklerin birbirlerine ne kadar yakın ve uzak olduğunu, bir seçeneğin belirlenen hedefi ne kadar sağladığını da gösterir. Bu nedenlerle çok kullanışlı ve geniş uygulama alanına sahip bir tekniktir[4]. Seçeneklerin açıkça bilindiği ve bu seçenekleri tercih etmede kullanılacak kriterlerin var olduğu, ancak bu kriterin tümünün sayısal olarak ifade edilemediği, bazı kriterlerin karar vericiye göre ağırlığının değişebildiği, belirlenen kontrol kriterine göre kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılabileceği problemlerde AAP uygulanabilir[6]. AAP modelinin oluşturulmasıyla ilgili bazı kavramlar şunlardır[6]:

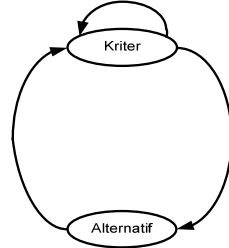
Geri bildirim: Geri bildirim, AAP' nin AHP' den en büyük farkıdır. AHP'de alternatifler üzerinde kriterlerin tek yönlü etkisine bakılırken, AAP' de hem alternatifler hem kriterler hem de alt kriterlerin (düğümler) birbirleri ile olan etkileşimlerine yer verilmektedir.

Dışsal bağımlılık: Bir kriterin kendisinden farklı bir kümede bulunan kriterle veya alternatiflerin bulunduğu küme ile var olan etkileşimini gösteren bağımlılıktır. Dışsal bağımlık Şekil 1’de gösterilmiştir.

İçsel bağımlılık: Aynı küme için değer alan kriterlerin birbirleriyle olan etkileşimini gösteren bağımlılıktır. İçsel bağımlık Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. AAP’de dışsal bağımlılık



Şekil 2. AAP’de içsel bağımlılık

AAP’de ölçütlerin ve seçeneklerin birbirine göre önemlerini belirleyebilmek için ikili karşılaştırmalar yapılır. Seçeneklerin karşılaştırılması, her bir ölçüt için ayrı ayrı yapılır. Sayısal olarak ifade edilebilen ölçütler için seçenekleri karşılaştırmada bir sorun yoktur. Ama sayısal olarak ifade edilemeyen ölçütler için bir seçeneğin diğerinden ne kadar önemli olduğunu belirlemek kolay değildir. Sayısal olarak ifade edilemeyen ölçütlerin karşılaştırılmasında Çizelge 1’deki ölçütler kullanılır.

Göreceli durumlar için ikili karşılaştırmalar yapılarak bir göreceli ağırlık vektörü hesaplanır. Ancak göreceli olmayan durumlarda bu vektör ikili karşılaştırmalara yapılarak bulunmaz. Çünkü her değerlendirme kriterinin ağırlığı zaten bellidir.

Çizelge 1. İkili karşılaştırma skalası

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derece	Amaca eşit düzeyde etki ediyor
3	Orta derecede önemli	Bir faaliyet diğerine orta derecede tercih ediliyor
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir faaliyet diğerine kuvvetle derecede tercih ediliyor
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faaliyet diğerine açıkça baskın
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin tercih kanıtları çok büyük güvenilirliğe sahip
2,4,6,8	Ortalama değer	Uzlaşma gerektiğinde atanacak orta değerlerdir.

2.2. TOPSIS (TOPSIS)

TOPSIS karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır. TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin aşamaları uygulama üzerinde gösterilecektir.

3. ÖRNEK UYGULAMA

3.1. Firma

Marmara Bölgesi, İç-Doğu Anadolu Bölgesi, Ege-Akdeniz Bölgesi ve Karadeniz bölgesi olmak üzere dört ayrı ekip tarafından 1000’den fazla satış noktasına sahip, gümüş takı sektöründe 1985

yılından itibaren faaliyet gösteren özel bir firmadır. Avrupa, Rusya ve Orta Asya Cumhuriyetleri başta olmak üzere 45 ülkeye ihracat yapılmaktadır.

3.2. Problemin Tanımı ve Analizi

Firma ucuz olduğu için Çin'den ve Tayland 'dan Türkiye'ye getirdiği gümüş hammaddesini fabrikada işleyerek yurtiçi ve yurtdışında satışa sunmaktadır. Firma yurtdışından gelen talepleri daha iyi karşılamak ve büyümek amacıyla seçtiği üç bölgeden birinde yeni şube veya fabrika açmak istemektedir.

Alternatifler: Firma aşağıdaki alternatiflerden birini seçmek istemektedir.

Alternatif-1: Firma Çin'de hammadde üretimi yapacak bir tesis kurmayı planlıyor. Böylece hammadde maliyetinden kurtulmuş ve Çin'e açılmış olacaktır. Firmanın Çin'de henüz satış şubesi yoktur. Eğer burada fabrika açılırsa Kazakistan'a ürün ihracatında ödenen gümrük vergisi yarıya düşmüş olacaktır. Bu da firmaya maddi kazanç sağlayacaktır. Ayrıca Çin dil sorunu açısından rahat bir ülkedir. Firmanın dil öğrenmek için fazladan çaba göstermesi gerekmemektedir. İngilizce ile rahatça iletişim kurulabilmektedir. Bu bölgenin en büyük dezavantajı Türkiye'ye çok uzak olmasıdır.

Alternatif-2: Firmanın Kazakistan'da bir şubesi mevcuttur. Firma burada daha çok şube açmayı hedeflemektedir. Kazakistan, çok uzak bir bölge olmamasına karşın burada gidiş gelişlerde çift gümrük vergisi ödenmesi gerekmektedir. Kazakistan'da çalışmak için Rusça bilmek gerekmektedir. Şube mevcut olduğundan iyi bir müşteri kitlesine sahiptir. Kazakistan'ın bir dezavantajı da pazarlama için güvenli ortam bulunmamasıdır.

Alternatif-3: Firma Kıbrıs'ta gelişmek için şube açmayı düşünmektedir. Kıbrıs; dil, mesafe ve güvenlik sorunu olmamasına karşın gümrükte çift vergi vermek gerekmektedir. Kıbrıs'ta önceden kurulmuş bir şube yoktur. Fakat belirli aralıklarla Türkiye'den satış için bir grup Kıbrıs'a gitmekte ve iyi bir müşteri kitlesine sahip bulunmaktadır.

Bu alternatifleri değerlendirmek için bağlı oldukları faktörler şu şekilde sıralanır:

Mevcut şube (MŞ): Bölgede şubenin mevcudiyeti.

Gümrük maliyeti (GM): Gümrükte ödenen para miktarı.

Geliştirme maliyeti (GEM): Yapılacak yatırımın maliyeti.

Dil sorunu (D): Bölgede kullanılan dilin firmaya uygunluğu (İngilizce veya Türkçe).

Müşteri kitlesi (MK): Bölgede müşteri mevcudiyeti.

Güvenlik (GÜV): Pazar ortamının güvenliği.

Uzaklık (UZ): Koordinasyon sorunu oluşturabilecek bir mesafenin varlığı.

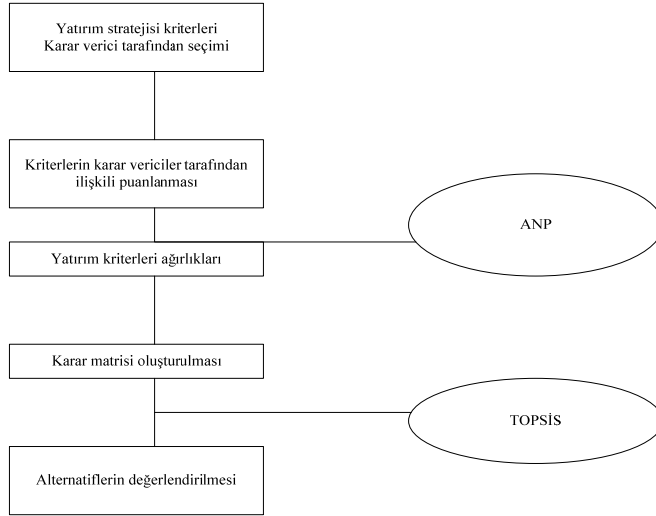
Hammadde maliyeti (HM): Hammadde maliyeti.

Firmada uzman kişiler tarafından verilen kriter ağırlık değerleri Çizelge 2.'de verilmiştir.

Uygulanacak yöntemin işlem aşamaları Şekil 3' de verilmiştir.

Çizelge 2.Kriterlerin ağırlık değerleri

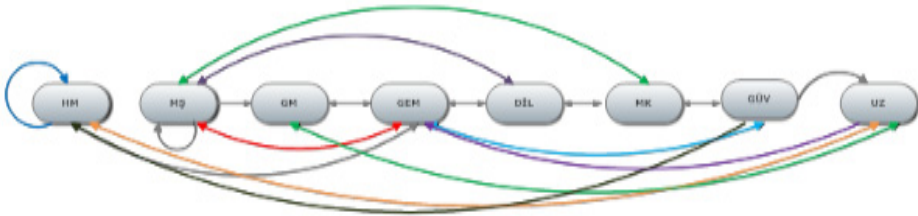
MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
0.76	0.51	0.22	0.68	0.41	0.62	1.37	0.57



Şekil 3. Yatırım strateji karar verme yapısı

3.2.1. AAP Kullanarak Kriter Değerlendirme

Şekil 4’de faktörler arası ilişkilendirme gösterilmektedir. AAP yöntemi ile faktörlerin etkileşimini hesaplarken bu faktörler arası ilişkiden yararlanılmıştır. Şekil 4. ‘de görüldüğü gibi tüm faktörler birbirini etkilememektedir.



Şekil 4. Faktörler arası ilişkilendirme

Göreceli ağırlık vektörü (GAV) hesaplanması; AAP yönteminde her faktör için bir değerlendirme matrisi kurulur ve bilirkşi tarafından belirlenen önem derecesine göre değer verilir. Daha sonra her sütunun geometrik ortalaması, geometrik ortalamalar toplamına bölünerek göreceli ağırlık vektörü (GAV) hesaplanmış olur. Tüm faktörler için değerlendirme şu şekilde olur: GAV değerleri hesaplandıktan sonra bu değerler bir araya getirilir ve süpermatris elde edilir. AAP sabit bir formülasyona sahip değildir. Yöntemin adımları örnek uygulama üzerinden anlatılacaktır.

Adım 1. AAP karşılaştırma Çizelgeleri oluşturularak göreceli ağırlık vektörlerinin hesaplanması Çizelge 3.’de gösterilmiştir. Örnek çözümünde AAP’nin ilk adımı her bir faktör için etkiyen faktörün hesaplanmasıdır. Çizelge 3a’da hammadde faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3b’de dil faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3c’de mevcut şube için etkileşen faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3d’de müşteri kitlesi faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3e’de geliştirme maliyeti faktörü için etkileşen

faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3f'de güvenlik faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması, Çizelge 3g'de geliştirme maliyeti faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması Çizelge 3h'de ise uzaklık faktörü için etkileşen faktörlerin karşılaştırması verilmiştir.

Çizelge 3. AAP karşılaştırma matrisleri

Çizelge 3a. HM faktörü için karşılaştırma matrisi

HM	HM	GEM	UZ	GO	GAV
HM	1.00	3.00	5.00	2.47	0.64
GEM	0.33	1.00	0.20	0.41	0.10
UZ	0.20	5.00	1.00	1.00	0.26
			Toplam	3.87	

Çizelge 3b. Dil faktörü için karşılaştırma matrisi

DİL	GEM	MŞ	MK	G.O	GAV
GEM	1.00	0.33	1.25	0.75	0.18
MŞ	3.00	1.00	5.00	2.47	0.60
MK	4.00	0.20	1.00	0.93	0.22
			Toplam	4.14	

Çizelge 3c. MŞ faktörü için karşılaştırma matrisi

MŞ	MŞ	DİL	MK	GÜV	GO	GAV
MŞ	1.00	0.33	1.00	3.00	1.00	0.20
DİL	3.00	1.00	3.00	5.00	2.59	0.52
MK	1.00	0.33	1.00	3.00	1.00	0.20
GÜV	0.33	0.20	0.33	1.00	0.39	0.08
			Toplam		4.98	

Çizelge 3d. MK faktörü için karşılaştırma matrisi

MK	DİL	MŞ	GÜV	G.O	GAV
DİL	1.00	3.00	5.00	2.47	0.64
MŞ	0.33	1.00	3.00	1.00	0.26
GÜV	0.20	0.33	1.00	0.41	0.10
			Toplam	3.87	

Çizelge 3e. GM faktörü için karşılaştırma matrisi

GM	MŞ	UZ	GEM	GO	GAV
MŞ	1.00	0.50	3.00	1.14	0.31
UZ	2.00	1.00	5.00	2.15	0.58
GEM	0.33	0.20	1.00	0.41	0.11
			Toplam	3.70	

Çizelge 3f. GÜV faktörü için karşılaştırma matrisi

GÜV	MK	GEM	G.O	GAV
MK	1.00	5.00	2.24	0.83
GEM	0.20	1.00	0.45	0.17
		Toplam	2.68	

Çizelge 3g. GEM faktörü için karşılaştırma matrisi

GEM	GM	MŞ	DİL	UZ	GÜV	G.O	GAV
GM	1.00	0.33	0.20	0.33	0.33	0.37	0.07
MŞ	3.00	1.00	0.20	0.20	5.00	0.90	0.16
DİL	5.00	5.00	1.00	5.00	0.14	1.78	0.31
UZ	3.00	5.00	0.20	1.00	3.00	1.55	0.27
GÜV	3.00	0.20	7.00	0.33	1.00	1.07	0.19
					Toplam	5.68	

Çizelge 3h. UZ faktörü için karşılaştırma matrisi

UZ	HM	GÜV	G.O	GAV
HM	1.00	9.00	3.00	0.9
GÜV	0.11	1.00	0.33	0.1
		Toplam	3.33	

Adım 2: Bu adımda tüm GAV vektörlerinin bir araya getirildiği süpermatris oluşturulur. Her değer ilgili bölgeye karşılık gelecek şekilde yerleştirilir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Süpermatris

	MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
MŞ	0.20	0.31	0.16	0.60	0.26	0.00	0.00	0.00
GM	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GEM	0.00	0.11	0.00	0.18	0.00	0.17	0.00	0.10
D	0.52	0.00	0.31	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00
MK	0.20	0.00	0.00	0.22	0.00	0.83	0.00	0.00
GÜV	0.08	0.00	0.19	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00
UZ	0.00	0.58	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
HM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.64

Adım 3: Faktörlerin değerlendirilebilmesi için şirketten faktörlerin birbirine göre ağırlık değerleri alınmalıdır. Bu değerler Çizelge 2 'de verilen kriter ağırlık değerleridir. Bu değerler süpermatris ile çarpılarak TOPSIS'te kullanılacak ağırlıklar bulunmuştur:

Ağırlıklar (Çizelge 5) = Süpermatris (Çizelge 4) * Kriter Ağırlık Değerleri(Çizelge 2)

Çizelge 5. Ağırlıklar

MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
0.86	0.01	0.34	0.73	0.82	0.28	0.78	1.60

AAP yöntemi ile elde edilen bu ağırlıklar TOPSIS yönteminde son aşamada ağırlıklandırılmış 'r' matrisi denilen karar matrisini bulmak için kullanılmıştır (Çizelge 5). Burada AAP kullanılmasının sebebi en doğru seçimi sağlayacak en iyi ağırlık değerlerini bulmaktır. Bu ağırlıklar TOPSIS yöntemi ile seçimi gerçekleştirirken ihtiyaç duyulacak bilirkişi kanaatlerinin yerine geçecek yorumsal değerlendirmeler yerine daha objektif ve sayısal bir değerlendirme imkanı sağlayacaktır.

Adım 4: TOPSIS işlemine geçiş adıdır. Bu adımda Çizelge 6'daki karar matrisini oluşturulmuştur. Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer almaktadır. Bu matris, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir.

Çizelge 6. Karar matrisinin oluşturulması

	MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
Çin	5	35	10	45	5	45	40	45
Kıbrıs	45	5	40	50	45	45	50	5
Kazakistan	40	5	30	5	45	5	20	10
Top	90	45	80	100	95	95	110	60

Adım 5: Standart karar matrisinin (r) oluşturulması $r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$ kullanarak bir 'r' matrisi

elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. 'r' matrisi

	MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
r	0.53	5.22	1.12	4.50	0.51	4.62	3.81	5.81
	4.74	0.75	4.47	5.00	4.62	4.62	4.77	0.65
	4.22	0.75	3.35	0.50	4.62	0.51	1.91	1.29

Adım 6: AAP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar (Çizelge 5) kullanılarak Çizelge 8'deki ağırlıklandırılmış matris (V) elde edilir. Bunu yaparken Çizelge 7'de verilen 'r' matrisinin her sütununu ilgili ağırlıkla çarpılır. (Çizelge 8 = Çizelge 5 * Çizelge 7)

Çizelge 8. Ağırlıklandırılmış 'r' matrisi (V)

	MŞ	GM	GEM	D	MK	GÜV	UZ	HM
Çin	0.45	0.08	0.38	3.27	0.42	1.29	2.99	9.27
Kıbrıs	4.06	0.01	1.53	3.63	3.79	1.29	3.74	1.03
Kazakistan	3.61	0.01	1.15	0.36	3.79	0.14	1.50	2.06

Adım 7: İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir:

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\}$$

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir:

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J') \right\}$$

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian uzaklık yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise ideal ayırım (S_i^*) ve negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsü olarak adlandırılmaktadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Buradan Çizelge 9'daki ayırım ölçütleri matrisi bulunur.

Çizelge 9. Ayırım ölçütleri matrisi

	ÇİN	KIBRIS	KAZAKİSTAN
V-	0.08	0.01	0.01
V+	9.27	3.79	3.79
S*	21.4	5.783	7.4
S-	10.3	7.918	5.925

Çizelge 10.'da İdeal çözüme göreli yakınlık verilmiştir. Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde gösterilmiştir:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

Çizelge 10. İdeal çözüme göreli yakınlık

	ÇİN	KIBRIS	KAZAKİSTAN
C'	0.68	0.578	0.445

Bulunan en büyük ideal çözüme göreli yakınlık değeri (C') optimal yatırım seçimini gösterir. Çizelge 10'da görüldüğü gibi en iyi sonucun Çin olduğu görülmektedir. Daha sonraki alternatif Kıbrıs iken, son alternatif Kazakistan tercihi olmaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada gümüş sektöründe Ülkemizde büyük bir paya sahip olan özel bir firmada, optimal yatırım stratejisi kararı vermek için AAP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. İlk yöntem olan AAP ile ağırlıklar belirlenmiş ve ikinci yöntem olan TOPSIS yöntemiyle de optimal yatırım kararı bulunmuştur.

Bundan sonraki çalışmalarda bu yöntemlerin bulanık modelleri kullanılarak çözümler karşılaştırılabilir.

Acknowledgments / Teşekkür

Tekbir Gümüş takıya teşekkür ederiz.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Dağdeviren M., Eren T., “Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 16, Sayı: 1-2, s. 41-52, 2001.
- [2] Dağdeviren, M., Yavuz, S. ve Kılınç, N. “Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment”, Expert Systems with Applications, 36, 8143–8151, 2009.
- [3] Sarıaslan, H., Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Turhan Kitabevi, Ankara 1997.
- [4] Soner, S., Önüt, S. “Multi-Criteria Supplier Selection: An ELECTRE-AHP Application”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4, 110-120, 2006.
- [5] Özbek, A., Eren, T., “Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmasının Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi”, International Journal of Engineering Research and Development, 4 (2), 46-54, 2012.
- [6] Saaty, T.L., Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, RWS publications, Pittsburgh, 1996.
- [7] Partovi, F.Y., “An analytic model of process choice in the chemical industry”, International Journal of Production Economics, 105, 213–227, 2007.
- [8] Bayazit, O., Karpak, B., “An analytic network process-based framework for successful total quality management: an assessment of Turkish manufacturing industry readiness”, International Journal of Production Economics, 105, 79–96. 2007.
- [9] Kengpol, A., Tuominen, M., “A framework for group decision support systems: an application in the evaluation of information technology for logistics firm”, International Journal of Production Economics, 101, 159–171, 2006.
- [10] Hallikainen, P., Kivijarvi, H., Tuominen, M., “Supporting the module sequencing decision in the ERP implementation process—an application of the ANP method”, International Journal of Production Economics, 119, 259–270, 2009.
- [11] Chen, S.H., Lee, H. T., Wu, Y.F., “Applying ANP approach to partner selection for strategic alliance”, Management Decision, 46 (3), 449–465, 2008.
- [12] Büyüközkan, G., Feyzioglu, O., Nebol, E., “Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain”, International Journal of Production Economic, 113 (1), 148–158, 2008.
- [13] Lee, A.H.I., Chen, H.H., Tong, Y., Developing new products in a network with efficiency and innovation, International Journal of Production Research, 46 (17), 4687–4707, 2008.
- [14] Chung, S.H., Lee, A., Pearn, W.L., “Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in the semiconductor fabricator”, International Journal of Production Economics, 96, 15–36, 2003.
- [15] Ravi, V., Shankar, R., Tiwari, M.K., “Selection of a reverse logistics project for end-of-life computers: ANP and goal programming approach”, International Journal of Production Research, 46 (17), 4849–4870, 2008.
- [16] Meade, L., Sarkis, J., “Strategic Analysis of Logistics and Supply Chain Management Systems Using the Analytical Network Process,” Transportation Research, 34 (3), 201–215, 1998.

- [17] Meade, L., Presley, L., "R&D Project Selection Using the Analytic Network Process," IEEE Transactions on Engineering Management, 49 (1), 59–66, 2002.
- [18] Mohanty, R.P., Agarwal, R., Choudhury, A.K., & Tiwari, M.K. "A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: A case study", International Journal of Production Research, 43, 5199–5216, 2005.
- [19] Agarwal, A., Shankar, R., Tiwari, M.K. "Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach", European Journal of Operational Research, 173, 211–225, 2006.
- [20] Ravi, V., Shankar, R., Tiwari, M.K. "Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach", Computers & Industrial Engineering, 48, 327–356, 2005.
- [21] Yurdakul, M., "AHP as Strategic Decision Making Tool to Justify Machine Tool Selection," Journal of Material Process Technology, 146, 365–376, 2004.
- [22] Kahraman, C., Ertay, T., Buyukozkan, G., "A Fuzzy Optimization Model for QFD Planning Process Using Analytic Network Approach," European Journal of Operational Research, 171, 390–411, 2006.
- [23] Karsak, E.E., Sozer, S., Alptekin, S.E. "Production planning in quality function deployment using a combined analytical network process and goal programming approach", Computers & Industrial Engineering, 44, 171–190, 2002.
- [24] Partovi, F. Y., Corredora, R.A., "Quality function deployment for the good of soccer", European Journal of Operational Research, 137, 642–656, 2002.
- [25] Yüksel, İ., Dağdeviren, M. "Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis-A case study for a textile firm", Information Sciences, 177, 3364–3382, 2007.
- [26] Özbek, A., Eren, T., Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi, Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 27 (1), 95-113 2013.
- [27] Bağ, N., Özdemir, M., Eren, T., "0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü" International Journal of Engineering Research and Development, 4 (1), 2-6, 2012.
- [28] Hwang C.L., Yoon, H, Multiple attributes decision making methods and applications, a state-of-the-art survey, New York, Springer-Verlag, 1981.
- [29] Shyur, H.-J., Shih, H.S. "A hybrid MCDM model for strategic vendor selection", Mathematical and Computer Modelling, 44, 749–761, 2006.
- [30] Tsou, C.H. "Multi-objective inventory planning using MOPSO and TOPSIS", Expert Systems with Applications, 35:1-2, 136-142, 2008.
- [31] Onüt, S., Soner, S. "Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment", Waste Management, 28 (9), 1552–1559, 2008.
- [32] Olcer, A. I. "A hybrid approach for multi-objective combinatorial optimisation problems in ship design and shipping", Computers & Operations Research, 35, 2760–2775, 2008.
- [33] Abalı, Y.A., Kutlu B.S., Eren T., "Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bursiyer seçimi", Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 26 (3-4), 259-272, 2012.
- [34] Özbek, A., Eren, T., Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Hizmet Sağlayıcı Seçimi, Akademik Bakış, 36, 1-22, 2013.