



Araştırma Makalesi / Research Article
MULTI-CRITERIA SUPPLIER SELECTION: AN ELECTRE-AHP APPLICATION

Selin SONER*, Semih ÖNÜT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Geliş/Received: 06.06.2006 Kabul/Accepted: 28.11.2006

ABSTRACT

In today's highly competitive environment, an effective supplier selection process takes place a key role to reap a success of any manufacturing organization. Selecting the right supplier is always a complicated task for the companies. There are a lot of strengths and weaknesses which suppliers have. Hence this requires a careful evaluation by the firms. In general, many quantitative and qualitative factors such as quality, price, and flexibility and delivery performance must be considered to determine suitable suppliers. So evaluation procedures involve several factors so decision analysis has to be done in the multi-criteria environment. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques offer solutions to the problems involving contradictory and multiple objectives. Traditional single criteria decision making is normally dealt with one perspective, the aim is to maximize outputs or to minimize inputs. But decision-maker has to be free to include multiple factors in his/her evaluation. This study aims to select the most convenient supplier considering more than one qualitative and quantitative criteria. ELECTRE (Elimination et choix traduisant la realite) and AHP (Analytical Hierarchy Process) have been used to evaluate the criteria. ELECTRE is a useful Multi-Criteria Decision Making that uses the outranking principle to evaluate the alternatives. Also AHP is used for determining selection criteria' weights.

Keywords: Supplier selection, ELECTRE, AHP, multi-criteria decision making.
MSC number/numarası: 90B50.

ÇOK KRİTERLİ TEDARİKÇİ SEÇİMİ: BİR ELECTRE-AHP UYGULAMASI

ÖZET

Günümüzün yüksek rekabetçi ortamında, etkin bir tedarikçi seçimi prosesi, üretici firmalar için başarıya ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Doğru tedarikçiyi seçmek şirketler için her zaman karmaşık bir görev olmaktadır. Tedarikçilerin sahip olduğu birçok zayıf ve kuvvetli noktalar bulunmaktadır. Bu durum, şirketlerin dikkatli bir değerlendirme yapmaları gereğini ortaya çıkarır. Genel olarak uygun tedarikçinin belirlenmesinde, dikkate alınması gereken kalite, fiyat, esneklik ve dağıtım performansı gibi birçok nitel ve nicel faktörler bulunmaktadır. Bu yüzden değerlendirme prosedürü birçok faktörü içermeli ve karar verme, çok-kriterli ortamda yapılmalıdır. Çok-kriterli karar verme teknikleri çelişen ve fazla sayıda amaç içeren problemlere çözüm önerisi sunmaktadır. Klasik tek kriterli karar verme prosesi, tek bir perspektifle ilgilenir; girdileri minimize etmek, ya da çıktıları maksimize etmek. Fakat karar verici kendi değerlendirme sürecine, çeşitli faktörleri katmakta özgür olmalıdır. Bu çalışma birden fazla nitel ve nicel kriter göz önüne alarak en uygun tedarikçinin seçilmesini amaçlar. Kriteri değerlendirmek için ELECTRE (Elimination et choix traduisant la realite) ve AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) teknikleri kullanılmıştır. Çok-kriterli karar verme tekniklerinden ELECTRE, sıralama prensibine göre alternatifleri değerlendiren bir tekniktir. Ayrıca AHP, seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Tedarikçi seçimi, ELECTRE, AHP, çok-kriterli karar verme.

* Sorumlu Yazar/Coressponding Autor: e-mail/e-ileti: ssoner@yildiz.edu.tr, tel: (0212) 259 70 70 / 2349

1. GİRİŞ

Üretici şirketlerin hedefi kar etmektir. Bu amaçla şirketler faaliyetlerini düzgün ve verimli bir şekilde planlamak zorundadırlar. Bu planlama faaliyetlerinin en önemli alt başlıklarından biri ise, tedarikçi seçimi ve yönetimi konularıdır. Şirketler, çeşitli hammaddeleri elde edebilecekleri çok sayıda tedarikçiyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu tedarikçilerin iyi değerlendirilmesi ve firmalar için faydalı tedarikçilerin seçilmesi, önemli bir husustur. İyi bir değerlendirme yapılırsa, birden fazla tedarikçi ile çalışılmak zorunda kalınmaz ve bu durum uzun vadeli ortaklıkların gelişmesine yardımcı olur. Uzun vadeli ortaklıklar, düşük maliyetli ve kaliteli hammaddelerin elde edilmesini de beraberinde getirir. Bunun yanında temin süresi ve dolayısıyla ürünün müşteriye ulaşma süresinde de azalmalar görülür.

Şirketler yaşam süreçlerini yürütmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadır. Bu kararları alırken, kişiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme proseslerine ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden, karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dahil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve subjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleriyle karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler setinden uygun alternatifin seçimidir. Bu seçim prosedürüne çelişen ve fazla sayıda kriter dahil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, çok-kriterli karar verme teknikleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci ve üçüncü bölümlerde sırasıyla ELECTRE ve AHP metotları açıklanmış, dördüncü bölümde tedarikçi seçimi ile ilgili bilgiler verilmiş, beşinci bölümde, ELECTRE ve AHP metotları yardımıyla havalandırma ve klima cihazları üreten bir firmanın tedarikçilerinin seçimi uygulaması anlatılmış ve son bölümde de sonuçlar irdelenmiştir.

2. ELECTRE

ELECTRE yöntemi, her bir değerlendirme faktörü için alternatifler arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır. Aşağıda ELECTRE yönteminin adımları tanımlanmıştır [1].

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

A_{ij} matrisinde m alternatif sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

Adım 2: A matrisinin normalizasyonu.

Maliyet ve fayda kriterleri için farklı normalizasyon formülleri kullanılır. Maliyet kriterleri için

$$x_{ij} = \frac{\frac{1}{r_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{r_{ij}}\right)^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

ve fayda kriterleri için

$$x_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n r_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Hesaplamalar sonunda X matrisi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir. Karar verici öncelikle değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını (w_j) belirlemelidir ($\sum_{j=1}^n w_j = 1$). Normalize edilmiş matris kriterlerin ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

$$v_{ij} = w_j \cdot x_{ij} \quad (3)$$

Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin oluşturulması. Uyum ve uyumsuzluk kümeleri oluşturulur. Her ikili alternatif kıyaslaması için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır. A_p ve A_q ($1, 2, \dots, m$ ve $p \neq q$) uyum kümesinde A_p alternatifi A_q 'ya tercih edilir.

$$C(p, q) = \{j, v_{pj} \geq v_{qj}\} \quad (4)$$

A_p eğer A_q ' dan daha kötü bir alternatif ise uyumsuzluk kümesi oluşturulur.

$$D(p, q) = \{j, v_{pj} < v_{qj}\} \quad (5)$$

Adım 5: Uyum ve uyumsuzluk İndekslerinin hesaplanması.

Uyum matrisinin (C) oluşturulması için uyum setlerinden yararlanılır.

$$C_{pq} = \sum_{j^*} w_{j^*} \quad (6)$$

j^* Uyum kümesi $C(p, q)$ da yer alan faktörlerdir.

Uyumsuzluk matrisinin (D) elemanları ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$D_{pq} = \frac{\left(\sum_{j^0} |v_{pj^0} - v_{qj^0}| \right)}{\left(\sum_j |v_{pj} - v_{qj}| \right)} \quad (7)$$

j^0 ise Uyumsuzluk kümesi $D(p, q)$ da yer alan faktörlerdir.

Adım 6: Üstünlük karşılaştırması yapılır. C ve D değerlerinin ortalamaları \bar{C} ve \bar{D} değerleri hesaplanır. Eğer $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise $A_p \rightarrow A_q$ dir. Yani p. birim q. birime göre üstündür. Electre ile seçilen alternatifler bir çekirdek (kernel) oluşturmaktadır. Çekirdek (kernel) K aşağıdaki iki durumu göre oluşturulur.

1. K' nin içindeki bir nokta, (alternatif) K' nin içinde bulunan diğer bir noktaya (alternatife) göre daha baskın değildir.
2. K' nin dışında bulunan bir nokta, (alternatif) tercih sıralamasında K' nin içindeki en az bir noktanın daha gerisindedir.

Adım 7: Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. C_p ler büyükten küçüğe D_p ler küçükten büyüğe sıralanır. Ve nihai sıralama elde edilmiş olur.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (8)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (9)$$

3. AHP

AHP, bir grup elemanın görelî büyüklüklerinin oran ölççeklerini, ikili karşılaştırmalar yaparak belirler ve üstünlükleri ortaya koyan karşılaştırmalara dayanan yargılardan yola çıkar. AHP' nin adımları aşağıdaki şekildedir:

Adım 1: İkili karşılaştırmaların yapılacağı karşılaştırma matrisi oluşturulur. İki karşılaştırma yapılırken Saaty tarafından oluşturulan skala kullanılmaktadır (Çizelge 1).

Adım 2: Oluşturulan karşılaştırma matrisi normalize edilir. Bunun için sütun toplamaları alınır ve her değer kendi sütun toplamına bölünür. Böylece normalize edilmiş matris elde edilir.

Adım 3: Ağırlıkların elde edilmesi için satır ortalaması alınır.

Adım 4: Ağırlıklar elde edildikten sonra karşılaştırma matrisinin tutarlılığına bakılması gerekmektedir. Eğer karşılaştırma matrisi tutarlı değilse, elde edilen ağırlıklar kullanılamaz.

$$A.w = \lambda_{\max} * w \quad (10)$$

eşitliğini sağlayan λ_{\max} vektörü öncelikle elde edilmelidir. Burada, A karşılaştırma matrisi, w ise elde edilen ağırlık matrisidir. Aşağıdaki formülde λ_{\max} kullanılarak hesaplamalar yapılır ve tutarlılığa yakınlık göstergesi olarak nitelendirilen "tutarlılık indeksi (CI)" elde edilir.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

CI değeri hesaplandıktan sonra, elde edilmesi gereken başka bir değer de “Rassallık İndeksi-RI”dır. Bu değer farklı matris boyutları için çizelge haline getirilmiştir. Farklı matris boyutları için RI değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Analitik hiyerarşi prosesinde kullanılan ölçek [2]

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemde	İki aktivite hedefe eşit olarak katkıda bulunur
3	Biri ile diğeri kısmen aynı	Tecrübe ve yargı ufak bir şekilde bir aktiviteyi diğerinden daha çok favori tutar.
5	Temel veya güçlü önem	Tecrübe ve yargı güçlü bir şekilde bir aktiviteyi diğerinden daha çok favori tutar.
7	Çok güçlü veya ispatlanmış önem	Bir aktivite diğerine göre çok güçlü tercih edilir ve üstünlüğü pratikte ispatlanmıştır.
9	Kesin önemlilik	Bir aktiviteyi diğerine göre seçimin en yüksek şekilde olduğu durumdur.
2,4,6,8	Komşu ölçü değerlerine bitişik ara değerler	Uzlaştırmaya ihtiyaç olduğu zaman

Çizelge 2. Rassallık indeksleri [2]

N	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41
N	9	10	11	12	13	14	15	
RI	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59	

Son olarak CI'nın RI'ya oranıyla “tutarlılık oranı (CR)” elde edilir. AHP uygulamalarında, CR’ nin 0.1’den daha az olması, yapılan uygulamanın tutarlı olduğunu gösterir. Eğer bu değer aşılsa yapılan yargılar tekrar gözden geçirilmelidir [2].

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

4. TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Tedarikçi yönetimi; toplam maliyetin minimizasyonu için tedarikçilerin yönetimi çalışmalarının bütününe verilen addır. Tedarikçiler, alımın bir kereye mahsus ya da sürekli yapılmasının söz konusu olmasına göre ve tedarikçi ile kurulması düşünülen stratejik ilişkiden, mesafeli ilişki biçimlerine kadar genişleyen bir yelpazede ayrıma tabi tutulmalıdır. Tedarikçi yönetimi aynı zamanda tedarik merkezi sayısında indirim sağlanmasını da içermektedir. Çünkü birçok işletme gereğinden fazla sayıda tedarikçi firma ile ilgilenmek durumunda kalmaktadır. Bir işletme, tedarik merkezi sayısını azaltıp, daha az sayıda tedarikçiye sahip olarak, harcamalarında azalmaya ve böylece de daha düşük toplam maliyete ulaşabilir. Daha az tedarikçi, aynı zamanda, kilit tedarikçiler ile daha iyi ilişkilerin geliştirilebilmesi anlamına da gelmektedir.

Multi-Criteria Supplier Selection: An Electre-Ahp ...

Tedarikçi seçim kararını verirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli noktalar şunlardır[3]:

- Birçok ürünün esasını satın alınan hammadde ve malzemeler oluşturur.
- Tedarikçilerden kaliteli hammadde ve malzeme alınması önemlidir.
- Tedarikçi seçimi kritiktir.
- İşletmeler, çoğu kez tedarikçilerine büyük miktarda yatırım yapar.
- Rekabetçi indirimlerden yararlanmaya çalışmak yerine, akılcı tedarikçi seçimi tercih edilmelidir.

Bu aşamada, işletme yeni bir ürün ya da ürün bileşeni için yeni bir tedarikçiye ihtiyaç duyabilir, ya da mevcut bir tedarikçiyi değiştirmek istiyor olabilir. İşletme öncelikle, bir tedarikçiyi seçerken kendisi için nelerin önemli olduğunu belirlemelidir. Bu bilgi değerlendirme sürecini sonlandırmaya yarayacaktır[3].

- Kaynak temini stratejisinin belirlenmesi
- Potansiyel tedarik kaynaklarının belirlenmesi
- İlk belirleme; havuzdaki tedarikçiler
- Tedarikçi değerlendirme ve seçme metodunun belirlenmesi
- Tedarikçinin seçimi için bir başlangıç tedarikçi değerlendirme ve seçme şablonu oluşturulması.

5. UYGULAMA

Bu çalışma, ELECTRE ve AHP metodlarının bir arada kullanılmasıyla, şirketin tedarikçilerinin seçilmesi ile ilgilenmektedir. Uygulama için havalandırma ve klima üreten bir firmanın, belirli bir ürünü için, kullanacağı tedarikçileri hakkında veriler toplanmıştır. Bu tedarikçilerin değerlendirilmesi için kullanılan kriterler şunlardır:

- İş Masrafları (İM) = Birim Maliyet + Ulaştırma Masrafı + Diğerleri
 - Ortalama Fırsat Maliyetleri (OFM) = Toplam Fırsat Maliyetleri / Tedarikçi Sayısı
 - Mesafe(M),
 - Ömür(Ö),
 - Teknoloji Kullanımı(TK),
 - Hız (H)= Zamanında Teslimat / Toplam Teslimat
 - Kalite (K)= Yüksek Kaliteli Taşıma / Toplam Taşıma
- Tedarikçilerle ilgili veriler Çizelge 3' de verilmiştir. Çizelge oluşturulduktan sonra aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

Çizelge 3. Tedarikçiler ile ilgili veriler

	<i>İM</i>	<i>OFM</i>	<i>M</i>	<i>Ö</i>	<i>TK</i>	<i>H</i>	<i>K</i>
Ted₁	1168	108,3	50	8	60	98	65
Ted₂	1100	36,7	80	10	80	95	88
Ted₃	1150	89,4	70	5	90	96	85
Ted₄	1100	36,7	70	8	30	81	45
Ted₅	1090	26,2	30	6	84	78	67

Adım 1: Ağırlıkların belirlenmesi. Ağırlıklar AHP metodu ile belirlenmiştir. Çizelge 4 kriterlerle ilgili ikili karşılaştırma matrisini göstermektedir.

Çizelge 4. Kriterlerle ilgili karşılaştırma matrisi

	<i>İM</i>	<i>OFM</i>	<i>M</i>	<i>Ö</i>	<i>TK</i>	<i>H</i>	<i>K</i>
<i>İM</i>	1	5	7	7	5	3	5
<i>OFM</i>	0,20	1	3	3	0,33	0,2	0,14
<i>M</i>	0,14	0,33	1	1	0,33	0,2	0,33
<i>Ö</i>	0,14	0,33	1	1	0,2	0,2	0,2
<i>TK</i>	0,20	3	3	5	1	0,33	1
<i>H</i>	0,33	5	5	5	3	1	3
<i>K</i>	0,20	7	3	5	1	0,33	1

Çizelge 5 ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş halidir. Çizelge 5 ayrıca hesaplanan ağırlıkları ve tutarlılık hesabını da özetlemektedir. *w* sütunu, kriterlerin ağırlıklarını göstermektedir. Görüldüğü gibi CR değeri 0,08 bulunmuştur. Böylelikle yapmış olduğumuz ikili karşılaştırma tutarlıdır.

Çizelge 5. Normalize karşılaştırma matrisi

	<i>İM</i>	<i>OFM</i>	<i>M</i>	<i>Ö</i>	<i>TK</i>	<i>H</i>	<i>K</i>	<i>w</i>	<i>Aw</i>	<i>Aw/w</i>
<i>İM</i>	0,45	0,23	0,30	0,26	0,46	0,57	0,47	0,39	3,137	8,005
<i>OFM</i>	0,09	0,05	0,13	0,11	0,03	0,04	0,01	0,07	0,458	6,970
<i>M</i>	0,06	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,277	7,446
<i>Ö</i>	0,06	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,243	7,226
<i>TK</i>	0,09	0,14	0,13	0,19	0,09	0,06	0,09	0,11	0,881	7,775
<i>H</i>	0,15	0,23	0,22	0,19	0,28	0,19	0,28	0,22	1,791	8,190
<i>K</i>	0,09	0,32	0,13	0,19	0,09	0,06	0,09	0,14	1,144	8,188
									CR	0,080

Adım 2 : Verilerin normalizasyonu. İş Masrafları (*İM*), Ortalama Fırsat Maliyetleri (*OFM*) ve Mesafe (*M*) kriterleri maliyet kriteri iken, Ömür (*Ö*), Teknoloji Kullanımı (*TK*), Hız (*H*) ve Kalite (*K*) fayda kriterleridir. Çizelge 6 değerlerin normalize halini göstermektedir.

Çizelge 6. Normalize veri çizelgesi

	<i>İM</i>	<i>OFM</i>	<i>M</i>	<i>Ö</i>	<i>TK</i>	<i>H</i>	<i>K</i>
Ted₁	0,4290	0,1645	0,4390	0,4706	0,3717	0,4870	0,4054
Ted₂	0,4555	0,4853	0,2744	0,5882	0,4956	0,4721	0,5488
Ted₃	0,4357	0,1992	0,3136	0,2941	0,5576	0,4771	0,5301
Ted₄	0,4555	0,4853	0,3136	0,4706	0,1859	0,4025	0,2807
Ted₅	0,4597	0,6798	0,7317	0,3529	0,5204	0,3876	0,4179

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir. Kriterlerin ağırlıkları ile Çizelge 6 değerleri çarpılır. Çizelge 7 ağırlıklandırılmış normalize matrisini göstermektedir.

Çizelge 7. Ağırlıklandırılmış normalize veri çizelgesi

	<i>İM</i>	<i>OFM</i>	<i>M</i>	<i>Ö</i>	<i>TK</i>	<i>H</i>	<i>K</i>
Ted₁	0,1681	0,0108	0,0163	0,0158	0,0421	0,1065	0,0566
Ted₂	0,1785	0,0319	0,0102	0,0198	0,0562	0,1032	0,0767
Ted₃	0,1707	0,0131	0,0117	0,0099	0,0632	0,1043	0,0741
Ted₄	0,1785	0,0319	0,0117	0,0158	0,0211	0,0880	0,0392
Ted₅	0,1801	0,0447	0,0272	0,0119	0,0590	0,0848	0,0584

Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin oluşturulması. Çizelge 8, net uyum ve net uyumsuzluk kümelerini göstermektedir.

Çizelge 8. Net uyum ve net uyumsuzluk kümeleri

C (1, 2)	(3, 6)	D (1, 2)	(1, 2, 4, 5, 7)
C (1, 3)	(3, 4, 6)	D (1, 3)	(1, 2, 5, 7)
C (1, 4)	(3, 4, 5, 6, 7)	D (1, 4)	(1,2)
C (1, 5)	(4, 6)	D (1, 5)	(1, 2, 3, 5, 7)
C (2, 1)	(1, 2, 4,5, 7)	D (2, 1)	(3, 6)
C (2, 3)	(1, 2, 4, 7)	D (2, 3)	(3,5, 6)
C (2, 4)	(1, 2, 4, 5, 6, 7)	D (2, 4)	(3)
C (2, 5)	(4, 6, 7)	D (2, 5)	(1, 2, 3, 5)
C (3, 1)	(1, 2, 5, 7)	D (3, 1)	(3, 4, 6)
C (3, 2)	(3, 5, 6)	D (3, 2)	(1, 2, 4, 7)
C (3, 4)	(3, 5, 6, 7)	D (3, 4)	(1, 2, 4)
C (3, 5)	(5, 6, 7)	D (3, 5)	(1, 2, 3, 4)
C (4, 1)	(1, 2, 4)	D (4, 1)	(3, 5, 6, 7)
C (4, 2)	(1, 2, 3)	D (4, 2)	(4, 5, 6, 7)
C (4, 3)	(1, 2, 3, 4)	D (4, 3)	(5, 6, 7)
C (4, 5)	(4, 6)	D (4, 5)	(1, 2, 3, 5, 7)
C (5, 1)	(1, 2, 3, 5, 7)	D (5, 1)	(4, 6)
C (5, 2)	(1, 2, ,3, 5)	D (5, 2)	(4, 6, 7)
C (5, 3)	(1, 2, 3, ,4)	D (5, 3)	(5, 6, 7)
C (5, 4)	(1, 2, 3, 5, 7)	D (5, 4)	(4, 6)

Adım 5: Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması.

$$C_{12} = C_{pq} = \sum_j w_j^* = w_3 + w_6 = 0,04+0,22=0,26$$

Çizelge 9, net uyum ve net uyumsuzluk indekslerini göstermektedir. Çizelge 10' da ise, C ve D değerlerine göre yapılan karşılaştırma sonuçları vermektedir.

Çizelge 9. Net uyum ve net uyumsuzluk indeksleri

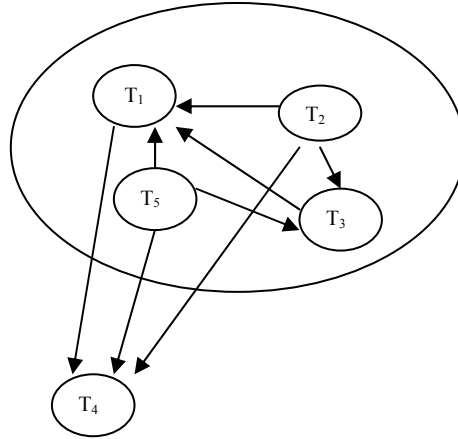
C (1, 2)	0,26	D (1, 2)	0,88
C (1, 3)	0,29	D (1, 3)	0,77
C (1, 4)	0,54	D (1, 4)	0,34
C (1, 5)	0,25	D (1, 5)	0,75
C (2, 1)	0,74	D (2, 1)	0,12
C (2, 3)	0,63	D (2, 3)	0,2
C (2, 4)	0,96	D (2, 4)	0,02
C (2, 5)	0,39	D (2, 5)	0,43
C (3, 1)	0,71	D (3, 1)	0,23
C (3, 2)	0,37	D (3, 2)	0,36
C (3, 4)	0,51	D (3, 4)	0,26
C (3, 5)	0,47	D (3, 5)	0,6
C (4, 1)	0,49	D (4, 1)	0,66
C (4, 2)	0,49	D (4, 2)	0,98
C (4, 3)	0,53	D (4, 3)	0,74
C (4, 5)	0,25	D (4, 5)	0,56
C (5, 1)	0,75	D (5, 1)	0,25
C (5, 2)	0,61	D (5, 2)	0,57
C (5, 3)	0,53	D (5, 3)	0,4
C (5, 4)	0,75	D (5, 4)	0,08
$\sum C$	10,53	$\sum D$	9,19
\bar{C}	0,53	\bar{D}	0,46

$$D(2, 1) = (3, 6) \quad D_{21} = \frac{(\sum |v_{23} - v_{13}| + |v_{26} - v_{16}|)}{(\sum_{j=1}^7 |v_{2j} - v_{1j}|)}$$

Çizelge 10' dan da görüldüğü gibi, (1) alternatifi (4) alternatifinden, (2) alternatifi (1), (2), (3) ve (4) alternatiflerinden, (3) alternatifi (1) ve (4) alternatiflerinden ve (5) alternatifi (1), (3) ve (4) alternatiflerinden daha uygundur. Bu durum Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu aşamada yapılması gereken, çekirdeğin içinde bulunan (1), (2), (3) ve (5) seçeneklerinden hangisinin tercih edileceğidir.

Çizelge 10. Karşılaştırma çizelgesi

C_{pq}	$C_{pq} \geq \bar{C}$	D_{pq}	$D_{pq} \leq \bar{D}$	$A_p \rightarrow A_q$
C (1, 2)	HAYIR	D (1, 2)	HAYIR	HAYIR
C (1, 3)	HAYIR	D (1, 3)	HAYIR	HAYIR
C (1, 4)	EVET	D (1, 4)	EVET	1→4
C (1, 5)	HAYIR	D (1, 5)	HAYIR	HAYIR
C (2, 1)	EVET	D (2, 1)	EVET	2→1
C (2, 3)	EVET	D (2, 3)	EVET	2→3
C (2, 4)	EVET	D (2, 4)	EVET	2→4
C (2, 5)	HAYIR	D (2, 5)	HAYIR	HAYIR
C (3, 1)	EVET	D (3, 1)	EVET	3→1
C (3, 2)	HAYIR	D (3, 2)	EVET	HAYIR
C (3, 4)	EVET	D (3, 4)	EVET	3→4
C (3, 5)	HAYIR	D (3, 5)	HAYIR	HAYIR
C (4, 1)	EVET	D (4, 1)	HAYIR	HAYIR
C (4, 2)	EVET	D (4, 2)	HAYIR	HAYIR
C (4, 3)	EVET	D (4, 3)	HAYIR	HAYIR
C (4, 5)	HAYIR	D (4, 5)	HAYIR	HAYIR
C (5, 1)	EVET	D (5, 1)	EVET	5→1
C (5, 2)	EVET	D (5, 2)	HAYIR	HAYIR
C (5, 3)	EVET	D (5, 3)	EVET	5→3
C (5, 4)	EVET	D (5, 4)	EVET	5→4



Şekil 1. Tedarikçilerin üstünlükleri

Bunun için net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanır.

$$C_1 = (C_{12} + C_{13} + C_{14} + C_{15}) - (C_{21} + C_{31} + C_{41} + C_{51}) = -1,35$$

$$D_1 = (D_{12} + D_{13} + D_{14} + D_{15}) - (D_{21} + D_{31} + D_{41} + D_{51}) = 1,48$$

Çizelge 11. C_p ve D_p değerleri

C_1	-1,35	D_1	1,48
C_2	1,00	D_2	-2,02
C_3	0,08	D_3	-0,67
C_4	-1,00	D_4	2,26
C_5	1,26*	D_5	-1,03

Çizelge 11, C_p ve D_p değerlerini göstermektedir. Bu değerler hesaplandıktan sonra, C_p ler büyükten küçüğe ve D_p ler küçükten büyüğe doğru sıralanır. İki sıralama aynı olmayabilir. Aynı sıralamada olmayan alternatifler bulunabilir. Bu durum 2 ile 5 ve 1 ile 4 için geçerlidir. Örneğin 5. alternatif, C_p ye göre 1. sırada, D_p ye göre ise, 2. sıradadır. Aynı şekilde 2. alternatif, C_p ye göre 2. sırada, D_p ye göre 1. sıradadır. Bu nedenle 2 ile 5 alternatifleri aynı sıradadır. Çizelge 12 sıralamayı göstermektedir. Şirket bu sıralama doğrultusunda tedarikçilerini seçebilir.

Çizelge 12 . Tedarikçilerin sıralaması

C_p ye göre sıralama	D_p ye göre sıralama	Nihai sıralama
C_5	D_2	2-5
C_2	D_5	3
C_3	D_3	1-4
C_4	D_1	
C_1	D_4	

6. SONUÇ

Farklı durum ve ortamlar için, farklı alternatiflerin seçilmesi hususunda karar verme, yönetim kademesinde bulunanların en önemli ve zor görevlerinden biridir. Günümüzün hızla değişen rekabetçi ortamı, bir işletmenin başarılı olması için, detaylı bir karar verme sürecine sahip olmasını gerektirir. Karar verme, sadece bilgiyi kullanarak değil, aynı zamanda gelişmiş karar verme tekniklerinin yardımıyla gerçekleştirilmelidir. Dolayısıyla doğru kararların alınması rekabetçi ortamda avantaj kazanmak için gereklidir. Ayrıca bu karar verme sürecine, birden fazla amaç ve kriter de dahil olmaktadır. Bu yüzden işletmelerin önemli kararlarını verirken, bütün kriterleri göz önünde bulunduran, “çok-kriterli karar verme” tekniklerini kullanmaları, onların yararına olacaktır. Bu tarz bir uygulamaya örnek olarak, bu çalışmada “çok-kriterli karar verme” tekniklerinden biri olan ELECTRE ile tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır. Ayrıca AHP, seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Yoon, K.P., ve Hwang, C.-L., “Multiple Attribute Decision Making: An Introduction”, Sage University Paper series on Quantative Applications in the Social Sciences, Thousand Oaks, CA,1995, 47-53.
- [2] Saaty T.L., “The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill,1980, sayfalar 21,50,51,54.
- [3] Öz E. ve Baykoç Ö.F., “Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 3, 275-286, 2004.