

ÇOK KRİTERLİ KARAR YÖNTEMLERİNDEN ELECTRE YÖNTEMİYLE MALATYA'DA BİR KARGO FİRMASI İÇİN YER SEÇİMİ

Mustafa YÜCEL*

Alptekin ULUTAŞ**

Özet

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Electre yöntemi, sayısal analiz bakımından birçok problemi çözmeye yardımcıdır. Electre'nin sayısal analiz gerektiren lojistik alanı için geniş çözümler oluşturacağı düşünülmüştür. Bu nedenden ötürü Malatya şehrinde bulunan kargo firmalarına anket çalışması uygulanmıştır. Anket çalışmalarının sonuçlarına göre sayısal kriterler belirlenip, analizler oluşturulmuştur. Analizler vasıtasıyla kargo firmasının yeni açacağı mağazasının yeri belirlenmeye çalışılmıştır. Analizlerin firmaya yeni mağazası için yer bulma kararında bir fikir vereceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY), Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Abstract

One of the Multi criteria decision making methods, the Electre method, helps researchers to solve several problems of quantitative analysis. Electre is considered to provide broad solutions for logistics which require numerical analysis. For this reason, a survey was administered to the shipping companies in Malatya. According to the results of the survey, numerical criteria were determined and analyses were done. By means of these analyses, the location of the new branch of the shipping company was determined. The analyses were regarded useful for the company to decide where to place their new branch

Key words: Multi Criteria Decision Making Models (MCDMM), Analytic Hierarchy Process.

Giriş

İnsan yargısının, karar sürecinde dikkate alınması karar vermede etkinliği artırabilmektedir. Her bir insan için aynı karar probleminde karar kriter-

* Yrd.Doç.Dr., İnönü Üniversitesi İ.İ.B.F., İşletme Bölümü

** Yüksek lisans öğrencisi. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Üretim Yönetimi Pazarlama Ana Bilim dalı

lerinin önem düzeyi ve karar seçeneklerinin değerlendirilmesinde yargılar farklılık gösterebilmektedir. Bu tür karar problemlerinin çözümünde analitik hiyerarşi süreci daha etkin karar verme imkânı sağlayabilmektedir. (Dündar ve Ecer, 2007)

İnsanların günlük olaylar karşısındaki muhakeme yürütme ve karar verme süreçleri, aralarında psikoloji, felsefe, bilişsel bilim ve yapay zekâ da olan pek çok disiplin tarafından incelenmektedir. Bu süreçler genellikle çeşitli matematiksel ve istatistikî modellere dayanılarak tarif edilmeye çalışılır. (Chater, Oaksford, Nakisa ve Redington, 2003)

Karar verme problemi en genel anlamıyla bir seçenek kümesinden enaz bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Araştırmalar, pek çok günlük kararın sezgisel olarak alınmasının yeterli olmasına rağmen karmaşık ve hayati kararlar için bu yolun tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. (Saaty,1994). Çok kriterli karar verme yöntemleri, 1960'lı yıllarda, karar verme işlemlerine yardımcı olacak bir takım araçların gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. (Saaty,1980).

Günlük hayatta, mesleki veya kişisel olaylarda ve problemlerde birçok karar verme durumuyla karşılaşmaktadır. Karar verme; “belirli bir amaca veya bir probleme yönelik olarak alternatifler içerisinde en uygun olanını seçmek” olarak tanımlanabilir. Karar verme olayının gerçekleşebilmesi için öncelikle birden fazla alternatifin mevcut olması gerekmektedir. Bu alternatiflerin doğru şekilde belirlenebilmesi için de “problem” en iyi şekilde tanımlanmalıdır. Problem genellikle karmaşık bir yapıya sahiptir ve birden fazla kriter içermektedir. Kriterler, çözüm sürecinde karar verme için gerekli olan standartları oluşturmaktadır. Çok sayıda kriterden oluşan bu yapı için “Çok Kriterli Karar Verme Analiz Yöntemleri” (ÇKKVY) geliştirilmiştir. Bu yöntemler Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) yapısı içerisinde kullanılarak doğru karara ulaşmak için karar vericiye önemli bir bilgi desteği sağlamaktadır. (Baysal ve Tecim,2006).

Karar verme, yaşayan sistemler için en önemli faaliyetlerden biridir. Sistemin başarısı ve sürekliliği doğrudan verilecek kararlarla sağlanır. Her karar durumunun farklı özellikler taşıması sebebiyle; bilginin ve sistematik yaklaşımın kullanımı tartışmasız katkılar sağlayacaktır. (Felek, Yuluğkural ve Aladağ,2006). Çeşitli olaylar karşısında karar verme durumlarında karar vericiler, çoğunlukla karşılıklı ilişkiler içerisinde bulunan unsurlara sahip karmaşık sistemlerle yüz yüze gelmektedirler. Bu karmaşık yapıya getirile-

cek yaklaşım ne kadar gerçekçi ve isabetli ise verilecek karar da o derece etkin ve isabetli olacaktır. (Manisalı ve Paksoy, 1997).

Bir karar problemini çözerken kurulan model, gerçek sistemi ne kadar iyi temsil ederse, elde edilen sonuçların güvenilirliği de o kadar artar. Özellikle niceliksel etkenler ile birlikte niteliksel etkenlerin de göz önünde bulundurulması sonuçların daha gerçekçi olmasını sağlayacaktır. (Kocakalay, Özdemir, Sağır ve Işık 2004). Karar vericiler için en iyi seçeneği seçmek oldukça zor bir iştir. Karar vericiler alternatifler arasından seçim yaparken değişik amaçları gerçekleştiren, bezende birbiriyle çelişen seçenekler arasından en uygun olanı bulmak zorundadırlar. Bu nedenle birçok karar verici bu şekildeki problemlerle karşılaştığı zaman Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerini uygular. ‘Çok amaçlı karar verme’ demek birçok alternatif arasından öncelikli olanı seçmektir yani; kabaca değerlendirme, sıralama ve seçim’dir. (Yoon ve Hwang, 1995).

1. Ölçüt (Kriter), Amaç ve Ağırlıklandırma

Çok amaçlı karar verme metodolojisinde amaç, farklı alternatifleri kıyaslayacak farklı boyutlardaki verilerin toplanmasıdır. Analizci öncelikli olarak, hedefini gerçekleştirmeye yönelik ölçütleri, kriterleri belirler. Daha sonra alternatiflerin seçilen kriterlere uygunluğu saptanır. Karar verici için tüm ölçütler, kriterler eşdeğerde değildir. Örneğin araba seçiminde güvenlik paketi kriteri ile yakıt harcama kriteri karar vericiler için farklı ağırlıklarda olabilir. Ağırlıklandırma daha çok **esas (cardinal)** skalaya göre yapılır ve ‘w’ ile gösterilir. Ağırlıkların toplamı 1’e esittir ($\sum w_j = 1$). Bu iki kriterin ölçü birimi de farklı olabilir. Bu nedenle yapılması gereken kriterlerin aynı ölçeklerle değerlendirilecek sekile sokulmasıdır.

Ağırlıkların Hesaplanması

Ağırlıkları hesaplamamanın en kolay yolu kriterlerin önem sırasına koyularak hesaplanmasıdır. En önemli olan kriteri birinci sıraya, en önemsiz olanı en son sıraya koyarak bir sıralama yapılır. Daha sonrada kriterlerin ağırlıklarını aşağıdaki formüllerle hesaplanır. (Stillwell, Scaver ve Edwards, 1981).

$$w_j = \frac{\frac{1}{r_j}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}} \text{ (RANK RECİPROKAL WEIGHTS)}$$

$$w_j = \frac{(n-r_j+1)}{\sum_{k=1}^n (n-r_k+1)} \text{ (RANK SUM WEIGHTS)}$$

Formülde j r_j 'inci kriterin sıralamadaki yeridir.

1.1 Çok Kriterli Karar Analizi

Birçok ekonomik, endüstriyel, finansal karar problemleri çok kriterlidir. Bu tür problemlerde alternatiflerin arasından en uygun seçimi yapmak oldukça zor ve karmaşık bir işlemdir. Son yıllarda bu tür problemleri çözmek amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu çözüm yöntemlerini “Çok Kriterli Karar Analizi yöntemleri” başlığı altında toplayabiliriz. (Ballı, Karasulu ve Korukoğlu, 2007).

Çok Kriterli Karar Analizi, çoklu ve genellikle birbiriyle uyuşmayan kriterlerin olduğu durumda bir probleme çözüm getirecek karar verme sürecini tanımlar. Günlük hayatta ÇKKV problemleriyle çok geniş bir alanda karşılaşmaktadır. Kişisel kararlardan işletmelerin verdikleri stratejik ve kritik kararlara kadar çeşitlilik göstermektedir. ÇKKV, çok sayıda kriter ile alternatifleri bir araya getirerek es zamanlı olarak çözebilen bir yapıya sahiptir. Bu, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin karmaşık yapısında doğru karar vermeyi sağlayan önemli bir avantajdır. Bu nedenle birçok alanda uygulama imkânı sağlayan yöntemler içermektedir. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden özellikle ELECTRE ve TOPSIS karar problemlerinin çözümünde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. (Baysal ve Tecim, 2006)

Triantaphyllou ve ark. çok kriterli karar verme sürecini kullandıkları veri açısından deterministik, stokastik ve bulanık olmak üzere üçe ayırmıştır. Çok kriterli karar vermede kullanılacak yöntemler olarak basit toplamı ağırlıklandırma modeli, ağırlıklı çarpım modeli, analitik hiyerarşi süreci (AHS), revize analitik hiyerarşi süreci, ELECTRE metodu ve TOPSIS metodlarından bahsetmişlerdir. Bunların dışında fayda temelli SMARTS (Ağırlıklandırılmış Değer Fonksiyonu Modeli), üstünlüğe dayanan PROMETHEE ve diğer bazı fayda temelli, üstünlüğe dayanan, etkileşimli ve basit yöntemler mevcuttur. (Triantaphyllou, Shu, Sanchez ve Ray, 1998).

1.2 Electre Yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemi ilk kez 1966 yılında Beneyoun tarafından ortaya atılmış birçoklu karar verme yöntemidir. Yöntem, her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır. Aynı zamanda bu yöntem öne geçme veya baskınlık ilişkisine dayanan bir yöntemdir, her bir ölçüt için bir verimlilik bir de önem ölçüsü tespit edilir. Tayin edilen verimlilik ölçüleri üzerinden her bir seçeneğe not verilir. (Evren ve Ülengin 1992). Karar verici özellikle uyumluluk ve uyumsuzluk limitlerini belirlemelidir. (Sambulas, Yiotis ve Panou, 1999).

Yöntem 8 adımda çözüme gider. Aşağıda ELECTRE yönteminin adımları tanımlanmıştır. (Kaya, 2004)

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

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

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

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

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (X) Oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2.1)$$

Örneğin X matrisinin x_{11} elemanını hesaplamak için, A matrisinin a_{11} elemanı, matrisin 1 sütun elemanlarının kareleri toplamının kareköküne bölünerek elde edilir. Burada amaç, bir karar noktası ilgili değerlendirme faktörü ilişkilendirilirken, diğer karar noktaları açısından ağırlıklandırmaktır. Hesaplamalar sonunda X matrisi aşağıdaki gibi elde 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: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (Y) Oluşturulması

Değerlendirme faktörlerinin karar verici açısından önemleri farklı olabilir. Bu önem farklılıklarını ELECTRE çözümüne yansıtılabilmek için Y matrisi hesaplanır. Karar verici öncelikle değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını (w_i) belirlemelidir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

Daha sonra X matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak Y matrisi oluşturulur. Y matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Uyum (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Uyum setlerinin belirlenebilmesi için Y matrisinden yararlanılır, karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanır ve setler aşağıdaki formülde gösterilen ilişki yardımıyla belirlenir:

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\} \quad (2.2)$$

Formül temel olarak satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin karşılaştırılmasına dayanır. Birçoklu karar problemindeki uyum seti sayısı $(m.m - m)$ tanedir. Çünkü uyum setleri oluşturulurken k ve l indisleri için $k \neq l$ olmalıdır. Bir uyum setindeki eleman sayısı ise en fazla değerlendirme faktörü sayısı (n) tane olabilir.

Örneğin $k = 1$ ve $l = 2$ için C_{12} uyum seti için Y matrisinin 1. ve 2. satır elemanları karşılıklı olarak birbirleriyle kıyaslanır ve eğer burada 4 değerlendirme faktörü varsa C_{12} uyum seti en fazla 4 elemanlı olacaktır. Verilen örnekte 1. ve 2. satır kıyaslamasında,

$$y_{11} > y_{21}$$

$$y_{12} < y_{22}$$

$$y_{13} < y_{23}$$

$$y_{14} = y_{24}$$

Sonuçlarıyla karşılaşılmışsa (2.2) formülündeki şarta $j = 1$ ve $j = 4$ değerleri uyacak ve C_{12} uyum seti $C_{12} = \{1,4\}$ şeklinde oluşacaktır.

ELECTRE yönteminde her uyum setine (C_{kl}) bir uyumsuzluk seti (D_{kl}) karşılık gelir. Diğer bir deyişle uyum seti sayısı kadar uyumsuzluk seti sayısı vardır. Uyumsuzluk seti elemanları, ilgili uyum setine ait olmayan J değerlerinden oluşur. Verilen örnekte $C_{12} = \{1,4\}$ ise $D_{12} = \{2,3\}$ elemanlarından oluşacaktır.

ELECTRE yönteminde uyum setlerini oluştururken değerlendirme faktörlerinin anlamlarına dikkat edilmelidir. Örneğin ilgili değerlendirme faktörü kar ise uyum seti için (2.2) formülü kullanılacaktır. Ancak değerlendirme faktörü maliyet ise bu durumda uyum seti için gerek şart $y_{kj} < y_{lj}$ eşitsizliği olacaktır.

Adım 5: Uyum (C) ve Uyumsuzluk Matrislerinin (D) Oluşturulması

Uyum matrisinin (C) oluşturulması için uyum setlerinden yararlanılır. C matrisi $m \times m$ boyutludur ve $k = l$ için değer almaz. C matrisinin elemanları aşağıdaki formülde gösterilen ilişki yardımıyla hesaplanır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (2.3)$$

Örneğin $C_{12} = \{1,4\}$ ise C matrisinin c_{12} elemanının değeri, $c_{12} = w_1 + w_4$ olacaktır. C matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2m} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

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

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (2.4)$$

Örneğin Y matrisinin 1. ve 2. satır elemanlarının kıyaslamasından d_{12} ($k=1$ ve $l=2$) elemanı elde edilir. d_{12} için, (2.4) formülünün pay kısmında $D_{12} = \{2,3\}$ uyumsuzluk setini oluşturan $j=2$ ve $j=3$ değerleri dikkate alınır ve $|y_{12} - y_{22}|$ ve $|y_{13} - y_{23}|$ mutlak farklarından büyük olanı seçilir. Formülün payda kısmı için ise Y matrisinin 1. ve 2. satırlarındaki tüm elemanların karşılıklı mutlak farkları bulunarak bunlardan en büyük olanı seçilir.

C matrisi gibi D matrisi de $m \times m$ boyutludur ve $k=l$ için değer almaz. D matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

Adım 6: Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

Uyum üstünlük matrisi (F) $m \times m$ boyutludur ve matrisin elemanları uyum eşik değerinin (\underline{c}) uyum matrisinin elemanlarıyla (c_{kl}) karşılaştırılmasından elde edilir. Uyum eşik değerinin (\underline{c}) aşağıdaki formül yardımıyla elde edilir:

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl} \quad (2.5)$$

Formüldeki m karar noktası sayısını göstermektedir. Daha açık bir anlatımla \underline{c} değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile C matrisini oluşturan elemanların toplamının çarpımına eşittir.

F matrisinin elemanları (f_{kl}), ya 1 ya da 0 değerini alır ve matrisin köşegeni üzerinde aynı karar noktalarını gösterdiğinden değer yoktur. Eğer $c_{kl} \geq \underline{c} \Rightarrow f_{kl} = 1$, eğer $c_{kl} < \underline{c} \Rightarrow f_{kl} = 0$ dır.

Uyumsuzluk üstünlük matrisi (G) de $m \times m$ boyutludur ve F matrisine benzer şekilde oluşturulur. Uyumsuzluk eşik değeri (\underline{d}) aşağıdaki formül yardımıyla elde edilir:

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad (2.6)$$

Diğer bir deyişle \underline{d} değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile D matrisini oluşturan elemanların toplamının çarpımına eşittir.

G matrisinin elemanları da (g_{kl}), ya 1 ya da 0 değerini alır ve matrisin köşegeni üzerinde aynı karar noktalarını gösterdiğinden değer yoktur. Eğer $d_{kl} \geq \underline{d} \Rightarrow g_{kl} = 1$, eğer $d_{kl} < \underline{d} \Rightarrow g_{kl} = 0$ dır.

Adım 7: Toplam Baskınlık Matrisinin (E) Oluşturulması

Toplam Baskınlık Matrisinin (E) elemanları (e_{kl}) aşağıdaki formülde gösterildiği gibi f_{kl} ve g_{kl} elemanlarının karşılıklı çarpımına eşittir. Burada E matrisi C ve D matrislerine bağlı olarak $m \times m$ boyutludur ve yine 1 ya da 0 değerlerinden oluşur.

Adım 8: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi

E matrisinin satır ve sütunları karar noktalarını gösterir. Örneğin E matrisi aşağıdaki gibi hesaplanmışsa,

$$E = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 \\ 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

$e_{21} = 1$, $e_{31} = 1$ ve $e_{32} = 1$ değerlerini alır. Bu ise 2. karar noktasının 1. karar noktasına 3. karar noktasının 1. karar noktasına ve 3. karar noktasının da 2. karar noktasına mutlak üstünlüğünü gösterir. Bu durumda karar noktaları A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) sembolüyle ifade edilirse, karar noktalarının önem sırası A_3 , A_2 ve A_1 şeklinde oluşacaktır.

2. Uygulamadaki Seçenekler ve Ölçütlerin Belirlenmesi

Malatya'da Bir Kargo Şirketi yeni bir kargo merkezi açmak istemektedir. Şirket kendisine uygun bulunan 6 yer seçeneğini belirlemiş ve bunları önem sırasına göre sıralanmıştır

1. Şıra Pazarı
2. Akpınar
3. Ayakkabılar Çarşısı
4. Organize Sanayi
5. Saray Mahallesi
6. Niyazi Mısri Caddesi

Belirlenen 6 yer seçeneğinin önemini belirleyen ölçü kriterleri ise aşağıdaki gibidir.

a) Pazara Yakınlık: Kurulacak kargo şubesi, kargo ile en çok paket yollayan müşterilere yakın olmayı tercih etmektedir. Puan uygulaması yapılırken, en yüksek puan alan yerler, kargo şubesi ile kargo göndermeyi düşünen tahmini müşteri kitlesinin olduğu yerlerdir.

b) Hukuki Şartlara Uygunluk: Kurulacak kargo şubesinin belediye binasına yakın olma durumu, belediye tarafından istenmeyen durum olarak gözükmemektedir. Bu kriterde puan uygulaması yapılırken, yüksek puan alan yerler belediye binasına uzak olan yerlerdir.

c) Rekabet Şartları: Kargo şubesinin yanında bir başka kargo şirketine ait şube istenmemektedir. Bunun için puan uygulaması yapılırken, yüksek puan alan yerlerde kargo şubesi bulunmamakta veya uzak olan bir bölgede bulunmaktadır.

d) Merkeze Yakınlık: Kurulacak kargo şubesinin Malatya şehir merkezine yakın olması istenmektedir. Bunun için puan uygulaması yapılırken, yüksek puan alan yerler merkeze daha yakın bulunmaktadır.

e) Trafik Şartları: Kurulacak kargo şubesi, trafiğin yoğun olmadığı bölgede olması gerekmektedir. Trafik yoğunluğunun kargo arabası için zaman sıkıntısı oluşturacağı düşünülmektedir. Puan uygulaması yapılırken, trafik yoğunluğuna sahip olan yerlerden, az trafik olan yerlere kadar sıralama yapıp, yoğun olan yerlere düşük puanlar, az trafik olan yerlere yüksek puanlar verildi.

f) Ulaşım Merkezlerine Yakınlık: Kargo şirketi, kurulacak kargo şubesinin ulaşım merkezlerine yakın olmasını istemektedir. Malatya; hava alanı, demiryolları ve karayollarına sahip bir kent olduğundan, şirket bu üç ulaşım yolundan da faydalanmak istiyor. Bunun için puan uygulaması yapılırken, yerlerin her birinin ulaşım merkezlerine yakınlıklarının ortalaması alınarak yüksek ortalamaya sahip olan yerlere yüksek puanlar verilmiştir.

3. Ölçütlerin Ölçek Aralığının ve Ağırlıklarının Tespiti

Electré yönteminin uygulanması için ölçütlerin her birinin sayısal bir ağırlığa ve ölçek değerine sahip olması gerekmektedir. Ölçütlerin ölçek aralıkları belirlenirken ölçek uzunluğu isteğe bağlı olarak seçilebilir, ama ölçütlerin önem sırası göz önüne alınarak, en büyük ölçek değerinin önem derecesi en yüksek olan ölçüte verilmesinde fayda bulunmaktadır. Aynı mantık ağırlıklar içinde geçerlidir. Önem derecesi en yüksek olan ölçüt en yüksek ağırlığa sahiptir. Tablo 1’de seçenekler ve ölçütler gösterilmektedir. Ağırlıkları aynı olan ölçütlerin kolaylık olsun diye ölçek değerleri de aynı alınmıştır. Rekabet Şartları ile Merkeze Yakınlık ölçütleri aynı önem derecesine sahiptirler. Bu yüzden aynı ölçek ve ağırlık alınmıştır.

4. Matrislerin Oluşturulması

Electré yönteminde problem çözümünde üç tip matristen faydalanılmaktadır:

1. Uyumluluk Matrisi
2. Birinci Uyumsuzluk Matrisi
3. İkinci Uyumsuzluk Matrisi

Tablo 1: Seçenekler ve Ölçütler Tablosu

Seçenekler Ölçütler	Şıra Pazarı	Akpınar Caddesi	Ayakkabıcılar Çarşısı	Organize Sarnayı	Niyazi Misri Caddesi	Saray Mahallesi	Ağırlık	Ölçek
Hukuki Şartlara Uygunluk	8	6	8	9	6	5	5	1-9
Rekabet Şartları	8	5	6	8	6	8	3	2-8
Merkeze Yakınlık	7	6	7	2	8	5	3	2-8
Ulaşım Merkezlerine Yakınlık	4	5	5	6	5	4	1	1-6
Pazara Yakınlık	10	6	9	8	4	6	6	3-10
Trafik Şartları	6	6	5	7	2	4	2	1-7

4.1 Uyum Matrisinin Oluşturulması

Seçeneklerin birbirine baskın veya eşit oldukları durumlar alınır. Örnek olarak Şıra Pazarı ile Akpınar Caddesi arasındaki baskınlık ve eşitlik durumları incelenirse, hukuki şartlar uygun ölçütü, rekabet şartları, merkeze yakınlık, pazara yakınlık ölçütlerinde Şıra Pazarı, Akpınar Caddesinden daha yüksek puan almıştır. Trafik şartları ölçütünde ise eşitlik bulunmaktadır. Şıra Pazarının, Akpınar Caddesinden yüksek veya eşit aldığı ölçütlerin ağırlıkları alınıp, ağırlıkların toplamına bölünür.

Şıra Pazarı'nın Akpınar'a uyum üstünlüğü= $(5+3+3+6+2)/20=0,95$ bulunur. Bulunan değer Şıra Pazarı sütununun Akpınar satırı ile çakıştığı bölgeye yazılır. Seçeneklerin birbiriyle kıyaslanmasında aynı işlemler tekrarlanır ve uyum matrisi oluşturulur. Tablo-2 uyumluluk matrisini göstermektedir.

Tablo 2: Uyumlu Matris

Seçenekler Ölçütler	Şıra Pazarı	Akpınar Caddesi	Ayakkabıcılar Çarşısı	Organize Sa- nayı	Niyazi Mısri Caddesi	Saray Mahallesi
Şıra Pazarı	-	0,15	0,45	0,55	0,2	0,2
Akpınar Caddesi	0,95	-	0,9	0,85	0,6	0,45
Ayakkabıcılar Çarşısı	0,95	0,15	-	0,55	0,35	0,15
Organize Sanayi	0,6	0,15	0,45	-	0,15	0,3
Niyazi Mısri Caddesi	0,8	0,7	0,85	0,85	-	0,45
Saray Mahallesi	1	0,85	0,85	0,85	0,45	-

4.2 Birinci Uyumsuzluk Matrisinin Oluşturulması

Seçeneklerin birbirine baskın oldukları ölçütler seçilip aralarından, seçenekler için en yüksek puan farkına sahip olan ölçüt belirlenir. Fark değeri, en büyük ölçek uzunluğuna bölünüp birinci uyumsuzluk sayısı bulunur. Örnek olarak Şıra Pazarı'nın Akpınar Caddesi'ne baskın olduğu ölçütler (Hukuki Şartlara Uygunluk, Rekabet Şartları, Merkeze Yakınlık, Pazara Yakınlık) bu ölçütler içinde seçeneklerin puan farklarının en yüksek olduğu ölçüt, Mak $((8-6=2), (8-5=3), (7-6=1), (10-6=4))=4$, olarak pazara yakınlık bulunur. En yüksek ölçek değeri 10'dur. $4/10=0,4$ değeri Akpınar'ın Şıra Pazarı'ndan en büyük uyumsuzluk ya da birinci uyumsuzluk sayısı olarak bulunur.

Matris oluşturulurken Akpınar sütunu ile Şıra Pazarı satırının çakıştığı yere birinci uyumsuzluk sayısı yazılır. Seçeneklerin birbiriyle kıyaslanmasında aynı işlemler tekrarlanır ve birinci uyumsuzluk matrisi oluşturulur. Tablo-3 birinci uyumsuzluk matrisini göstermektedir.

Tablo 3: Birinci Uyumsuzluk Matrisi

Seçenekler Ölçütler	Şıra Pazarı	Akpınar Caddesi	Ayakkabıcılar Çarşısı	Organize Sa- nayı	Niyazi Mısri Caddesi	Saray Mahallesi
Şıra Pazarı	8	6	8	9	6	5
Akpınar Caddesi	8	5	6	8	6	8
Ayakkabıcılar Çarşısı	7	6	7	2	8	5
Organize Sanayi	4	5	5	6	5	4
Niyazi Mısri Caddesi	10	6	9	8	4	6
Saray Mahallesi	6	6	5	7	2	4

4.3 İkinci Uyumsuzluk Matrisinin Oluşturulması

Seçeneklerin birbirine baskın oldukları ölçütler seçilip aralarından, seçenekler için en yüksek ikinci puan farkına sahip olan ölçüt belirlenir. Fark değeri, en büyük ölçek uzunluğuna bölünüp ikinci uyumsuzluk sayısı bulunur. Örnek olarak Şıra Pazarı'nın Akpınar Caddesi'ne baskın olduğu ölçütler (Hukuki Şartlara Uygunluk, Rekabet Şartları, Merkeze Yakınlık, Pazara Yakınlık) bu ölçütler içinde seçeneklerin puan farklarının en yüksek olduğu ölçüt, ikinci Mak $((8-6=2), (8-5=3), (7-6=1), (10-6=4))=3$, olarak rekabet şartları bulunur. En yüksek ölçek değeri 10'dur. $3/10=0,3$ değeri Akpınar'ın Şıra Pazarı'ndan en büyük ikinci uyumsuzluk ya da ikinci uyumsuzluk sayısı olarak bulunur.

Matris oluşturulurken Akpınar sütunu ile Şıra Pazarı satırının çakıştığı yere ikinci uyumsuzluk sayısı yazılır. Seçeneklerin birbiriyle kıyaslanmasında aynı işlemler tekrarlanır ve ikinci uyumsuzluk matrisi oluşturulur. Tablo-4 ikinci uyumsuzluk matrisini göstermektedir.

Tablo 4: İkinci Uyumsuzluk Matrisi

Seçenekler Ölçütler	Şıra Pazarı	Akpınar Caddesi	Ayakkabıcılar Çarşısı	Organize Sa- nayı	Niyazi Mısri Caddesi	Saray Mahallesi
Şıra Pazarı	-	0,4	0,2	0,5	0,6	0,4
Akpınar Caddesi	0,1	-	0	0,4	0,4	0,2
Ayakkabıcılar Çarşısı	0,1	0,3	-	0,5	0,5	0,3
Organize Sanayi	0,2	0,3	0,2	-	0,5	0,4
Niyazi Mısri Caddesi	0,1	0,2	0,1	0,6	-	0,3
Saray Mahallesi	0	0,3	0,2	0,3	0,2	-

4.4. Eşik Değeri Bulma ve Eşik Matrisi Oluşturma

Eşik Değeri matrislerden çözüme ulaşılması için gerekli olan sayılardır. Bu sayılar, p; Uyum matrisini gösterir bu değerden büyük veya bu değere eşit olan kutucuklar seçilir, q; Uyumsuzluk matrislerini gösterir bu değerden küçük veya eşit olan kutucuklar alınır, s; uyumsuzluk matrisinin birinci mi yoksa ikinci mi olduğunu gösterir. Her iki matriste de aynı alan dolu ise o alana çarpı konur.

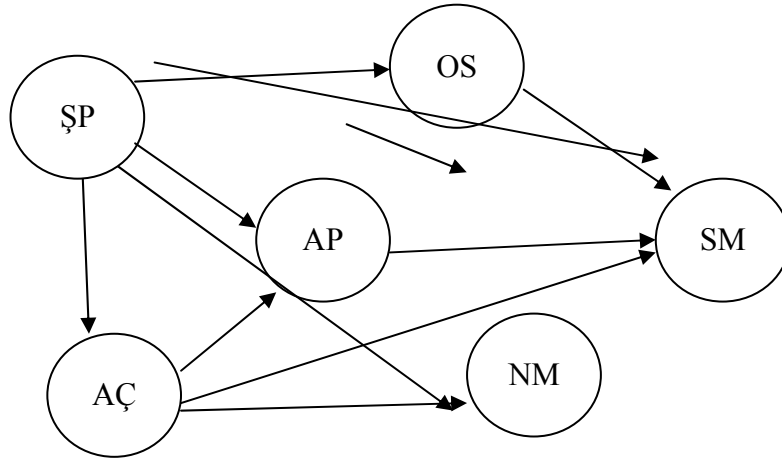
Uyum matrisi için p değeri 0,6 seçilmiştir. Bu değer seçilme nedeni diğer değerlere göre ortalarında bir değer olması, s=1 alınmıştır yani birinci uyumsuzluk matrisine bakılacaktır. Eğer sonuç burada bulunmazsa ikinci matrise geçilecek, q değeri de değiştirilebilecektir. Birinci uyumsuzluk matrisi için q değeri 0,3 seçilmiş bu değer ortalama bir değer olduğu düşünülmektedir. Tablo 5 eşik matrisini göstermektedir. Uyum matrisinde 0,6 değerinden büyük ve eşit değerler işaretlenip ardından, birinci uyumsuzluk matrisinde ise 0,3 ten küçük veya eşit değerler işaretlenmiştir. Bu işaretlemelerden sonra matrisler üst üste konup işaretlerin kesiştiği kutulara çarpı işareti konmuştur.

Tablo 5: Eşik Matrisi

Seçenekler Ölçütler	Şıra Pazarı	Akpınar Caddesi	Ayakkabıcılar Çarşısı	Organize Sa- nayı	Niyazi Mısri Caddesi	Saray Mahallesi
Şıra Pazarı						
Akpınar Caddesi	X		X			
Ayakkabıcılar Çarşısı	X					
Organize Sanayi	X					
Niyazi Mısri Caddesi	X	X	X			
Saray Mahallesi	X	X	X	X		

X İşareti sütunda bulunan seçeneğin satırdaki seçeneğe üstün olduğunu göstermektedir. Ok gösteriminde ok baskın olandan zayıfa doğru gitmektedir. Ok gösteriminde okun uç kısmı gelmeyen yer seçim yerini göstermektedir. Şekil 1’de ok gösterimi yapılmıştır.

ŞP: Şıra Pazarı, OS: Organize Sanayi, SM: Saray Mahallesi, AP: Akpınar, NM: Niyazi Mısri, AÇ: Ayakkabıcılar Çarşısı’nı göstermektedir.

**Şekil 1: Ok Gösterimi**

Sonuç ve Öneriler

Malatya’da bir kargo şirketi yeni bir kargo merkezi açmak istemektedir. Şirket kendisine uygun bulunan 6 yer seçeneğini belirlemiştir. Ölçüt olarak şirket tarafından 6 ölçüt önem sırasına göre belirlenmiş ve sıralanmıştır: Şıra Pazarı, Akpınar, Ayakkabılar Çarşısı, Organize Sanayi, Saray Mahallesi ve Niyazi Mısri Caddesidir. Çözüm için Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Electre yöntemi kullanılmış ve yapılan hesaplamalar sonucunda, en uygun çözüm alanı olarak Şıra Pazarı belirlenmiştir. Şekil-1’de görüldüğü gibi, Ok Gösterimi’nin gösterdiği hiçbir ok başının Şıra Pazarı’nı göstermemektedir. Bu durumda Şıra Pazarı’na Kargo şubesi kurulması diğer seçeneklere göre daha uygun bulunmuştur.

Kaynakça

- Ballı S, Karasulu B, Korukoğlu S, (2007); “En Uygun Otomobil Seçimi Problemi İçin Bir Bulanık Promethee Yöntemi Uygulaması”. *D.E.Ü.İ.B.F. Dergisi*, Cilt: 22 Sayı: 1, Yıl: 2007, ss: 139-147
- Baysal G, Tecim V, (2006); “Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (cbs) Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri ile Uygulaması”, *4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, 13 – 16 Eylül 2006 / Fatih Üniversitesi / İstanbul-Türkiye
- Chater, N., Oaksford, M., Nakisa, R., Redington, M. (2003); “Fast, frugal, and rational: How rational norms explain behavior”, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol.90, 2003, pp.63-86
- Dündar S, Ecer F, (2007); “Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin, Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi”, *8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi* 24-25 Mayıs 2007, İnönü Üniversitesi Malatya
- Evren, R., Ülengin, F, (1992); *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 19-27, İstanbul.
- Felek Sevgi, Yuluğkural Yıldız, Aladağ Zerrin (2004); “Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde ahp ve anp Yöntemlerinin Kıyaslaması” *Endüstri Mühendisliği Dergisi Makine* Cilt: 18 Sayı: 1 Sayfa: (6-22)
- Kaya Y, (2004); “Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden Topsis ve Electre Yöntemlerinin karşılaştırılması” *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*, Haziran 2004
- Kocakalay Ş. Özdemir M. Sağır ve Işık A, (2004); “Analitik Serim Süreci İle Pazar Payı Tahmini”. *YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi*, Çukurova-Adana
- Manisalı E ve Paksoy A, (1997); “İstanbul Metrosunun Çok Amaçlı Değerlendirilmesi” *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 5/6.

- Saaty, L.T. (1994); *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, L.T. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill comp. U.S.A.
- Sambulas, D., Yiotis, G. S., Panou, K. D, (1999);” Use of multicriteria methods for assesment of transportation projects”, *Journal of Transportation Engineering*, 125, 407-414.
- Triantaphyllou, E., Shu B., Sanchez S. N. ve Ray, T. (1998); “Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach”, *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*; John Wiley & Sons, Vol. 15, 1998; 175-186.
- Yoon, K.P, and Hwang, C.-L. (1995); *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction. Sage University Paper series on Quantative Applications in the Social Sciences*, Thousand Oaks, CA.