

EN UYGUN OTOMOBİL SEÇİMİ PROBLEMİ İÇİN BİR BULANIK PROMETHEE YÖNTEMİ UYGULAMASI

Serkan Ballı *

Bahadır Karasulu **

Serdar Korukoğlu ***

ÖZET

Birçok ekonomik, endüstriyel, finansal karar problemleri çok kriterlidir. Bu tür problemlerde alternatiflerin arasından optimal seçimi yapmak oldukça zor ve karmaşık bir işlemdir. Son yıllarda bu tür problemleri çözmek amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en verimli ve en kolay kullanılan olan Promethee, gerçek sayılarla ifade edilebilen kriterleri içeren problemlerle uğraşır. Fakat günlük hayatta dilsel olarak ifade edilebilen kriterler de vardır ve bunların sayısal olarak modellenmesi oldukça zordur. Bu yüzden, Promethee yöntemi ise kesin olmayan, dilsel olarak ifade edilen bu kriterler için eksik kalmaktadır. Bu eksikliği gidermek için, bulanık küme yaklaşımı kullanılabilir. Bulanık girdiler kullanılarak genişletilen Promethee yöntemi, aynı sınıftan yedi farklı otomobil seçimi için fiyat, yakıt, performans ve güvenlik kriterleri kullanılarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçların tutarlı ve uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Promethee Yöntemi, Bulanık küme, Çok kriterli karar verme, Otomobil seçimi

1. GİRİŞ

Günlük hayatta ekonomik, endüstriyel ve finansal karar problemleri çok kriterli yapıya sahiptir. Örneğin otomobil alırken insanlar sadece fiyatına bakarak satın almazlar. Güvenlik, yakıt, performans vs. gibi kriterler de karar vermede etkilidir. Her kriterin önem derecesi(ağırlığı) farklı olabilir ve genelde herkes aynı kriter ağırlığına göre değerlendirme yapmaz. Bazı insanlar için fiyat daha önemli iken bazıları için güvenlik veya performans daha önemli olabilir. Bu yüzden yollarda çok farklı çeşitlilikte bir çok otomobil vardır. Seçme işlemi herkesin kendi zevkine ve isteğine göre yapılır. Yani herkes için seçim kriterlerinin ağırlıkları farklıdır. Her bir alternatif farklı özelliklere göre daha üstün olabilir. Bunun yanında, bazı özellikler minimize edilirken bazıları da maksimize edilir. Hangi alternatifin en iyi olduğunu bulmak çok karmaşık bir

* Araş. Gör., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, (serkan.balli@ege.edu.tr)

** Araş. Gör., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, (bahadir.karasulu@ege.edu.tr)

***Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü (serdar.korukoglu@ege.edu.tr)

işlemdir. Bu yüzden bu tür problemlerde optimal seçim yapmak kolay değildir. (Brans ve Mareschal, 1998)

Son yıllarda bu tür problemleri çözmek için birçok model geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan ve Brans tarafından geliştirilen Promethee metodu, gerçek sayılarla ifade edilebilen problemler için etkin ve kolay kullanılabilen yöntemlerden biridir. (Brans ve diğerleri, 1986) Analitik Hiyerarşi Sürecinde(AHP) olduğu gibi karşılaştırma yapmaya gerek kalmadan veri doğrudan kullanılır. AHP'den üstün olduğu diğer yönleri ise her bir kritere göre yapılan sınıflandırmanın doğruluğunun otomatik olarak hesaplanması, ölçeklendirmenin sabit bir aralıkta değil istenilen aralıkta yapılabilmesi ve problemin görsel olarak ortaya konabilmesidir.

Genel olarak Promethee-I (kısmi sıralama) ve Promethee-II (tüm sıralama) olarak bilinmektedir. Bunların haricinde Promethee III, IV, V ve VI gibi farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır. Ayrıca görsel bir parça olan GAIA ile grafiksel olarak etkin bir gösterim sağlanır. Promethee metodunun çok yaygın olarak başarılı bir şekilde kullanılmasının temelinde matematiksel özellikleri ve kolay kullanımı gelmektedir.(Figueira ve diğerleri, 2004) Bunun yanında günlük hayatta öyle kriterler olabilir ki dilsel olarak ifade edilirler ve bunların sayısal olarak modellenmesi oldukça zordur. Promethee metodunun dezavantajı ise kesin olmayan, dilsel olarak ifade edilen bu kriterler için eksik kalmasıdır. Bunun için bulanık küme yaklaşımı kullanılarak bu eksiklik giderilebilir. (Radojevic ve Petrovic, 1997)

Bu çalışmada, otomobil seçim problemi için dilsel değerlerle ifade edilen kriterlere göre Promethee metodu kullanılarak değerlendirme yapılması gerçekleştirilmiştir. 7 otomobil modelini, 4 ayrı kritere göre değerlendirilerek karar vericinin optimal sonuca ulaşması sağlanılmıştır. Sonuçlar, yöntemin tutarlı ve sağlıklı olduğunu kanıtlamıştır.

2. PROMETHEE METODU

Promethee metodu, diğer çok kriterli karar verme metodları ile uygulama ve kapsam açısından karşılaştırıldığında gerçek değerler ile ifade edilebilen çok sayıda kriter için uyarlanabilir basit bir metottur. Promethee'nin uygulanması için 2 tip bilgi gerekir: birincisi, kriterlerin göreceli önem değerleri(ağırlıkları), ikincisi ise karar vericinin tercihinine(fonksiyonuna) göre alternatiflerin kritere ilişkin değerleridir. (Albadvi ve diğerleri, 2007)

A, alternatiflerimizin kümesi ve $g_j(a)$ $a \in A$ ($j=1,2,\dots,n$) alternatifin kritere ilişkin değerini gösterebilir. PROMETHEE metodunda ilk adım tercih fonksiyonunu $F_j(a,b)$ belirlemektir. Altı çeşit tercih fonksiyonu vardır ve bunlar (Radojevic ve Petrovic, 1997)'de verilmiştir. Decision Lab yazılımı da bu

fonksiyonları desteklemektedir. Tercih fonksiyonuna göre değeri daha fazla olan az olana tercih edilir:

$$F_j(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } (g_i(a) - g_i(b)) \leq q_i, \\ 1, & \text{eğer } (g_i(a) - g_i(b)) \geq p_i, \\ 0 < F_j(a, b) < 1, & \text{eğer } (q_i < g_i(a) - g_i(b) < p_i) \end{cases} \quad (1)$$

q_i ve p_i değerleri i 'nci kriter için sırasıyla tercih etmeme ve tercih etme eşik değerleridir. Eğer j 'nci kritere göre a, b 'den daha iyi ise $F_j(a, b) > 0$, değilse $F_j(a, b) = 0$ olarak hesaplanır. Her bir kriterin ağırlığı w_j ($\sum w_j = 1$), ile toplam tercih fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenir:

$$\Pi(a, b) = \sum w_j F_j(a, b). \quad (2)$$

Eğer alternatiflerin sayısı ikiden fazla ise tüm sıralama, ikili karşılaştırma değerlerinin toplamına göre yapılır. Her $a \in A$ için aşağıdaki iki sıralama değeri diğer $x \in A$ alternatiflere göre hesaplanır (Araz ve diğerleri, 2006):

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \Pi(a, x) \quad (3)$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \Pi(x, a) \quad (4)$$

Promethee-I'e göre iki alternatif arasında φ^+ değeri büyük olan ve φ^- değeri küçük olan diğerine göre daha iyidir. Eğer eşit ise aralarında fark yoktur.

$$\varphi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} (F_j(a, x) - F_j(x, a)) \quad (5)$$

$\varphi_j(a)$ değeri, a alternatifinin j . Kritere göre sıralamadaki pozisyonunu belirler. Promethee-II değeri aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (6)$$

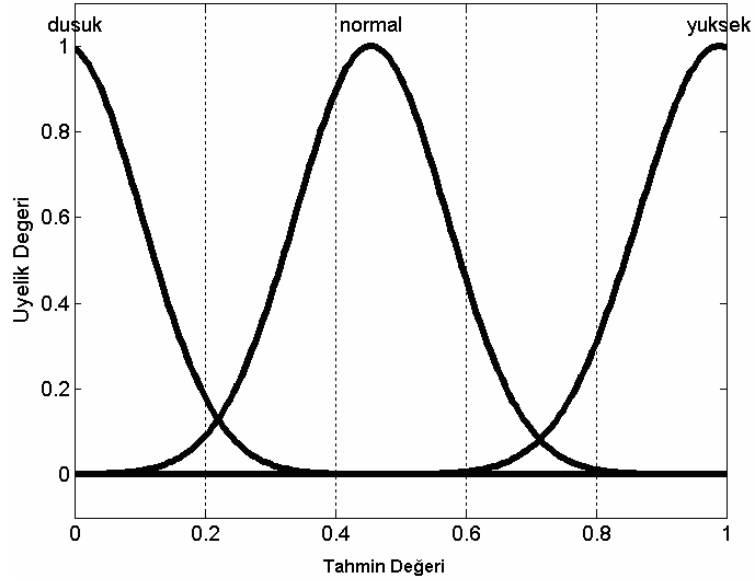
$\varphi_j(a)$ değeri, a alternatifinin j 'nci kritere göre diğer alternatifler arasındaki nicelik olarak konumunu belirler. Promethee I'de parçalı bir sıralama, Promethee-II'de ise tam sıralama elde edilir (Araz ve diğerleri, 2006). GAIA

görsel modülü kullanılarak problemin yapısının daha iyi anlaşılması ve sonuçların grafiksel gösterimi elde edilir.

3. DİLSEL ÖZELLİKLERİN BULANIKLAŞTIRILMASI

Günlük hayatta insanlar, sağduyularına güvenirlir ve belirsizlik içeren, net olmayan sezgisel terimler kullanırlar. Örnek verecek olursak, “Bu otomobilin fiyatı çok pahalıdır” cümlesinde, fiyat özelliği dilsel olarak ifade edilen “çok pahalı” değerini almaktadır. Bu değer sayısal olarak ifade edilebilmesi için bulanık kümeler kullanılabilir (Radojevic ve Petrovic, 1997).

Kesin olmayan bilginin veya bir tercih yapısının gösterilmesinde bulanık küme yaklaşımı ve bulanık aritmetik kullanılır (Lin ve diğerleri, 2007). Bulanık veriler ile daha hassas sonuçlar elde edilir. Her kriter ve her alternatif çifti için, karar verici kendi tercihi göre alternatifler arasında iyi, daha iyi, küçük, çok küçük vs. gibi dilsel tanımlayıcılar kullanabilir. Bu dilsel değerlerin gösterilmesi için üyelik fonksiyonunun göre belirlenir. (Şekil 1)



Şekil 1. Üyelik fonksiyonu

Daha sonra kurallara göre bulanık çıkarım yapılarak üyelik değerleri oluşturulur. Dilsel olarak ifade edilen özellikler için kurallar μ üyelik değerini göstermek üzere şu şekilde olabilir:

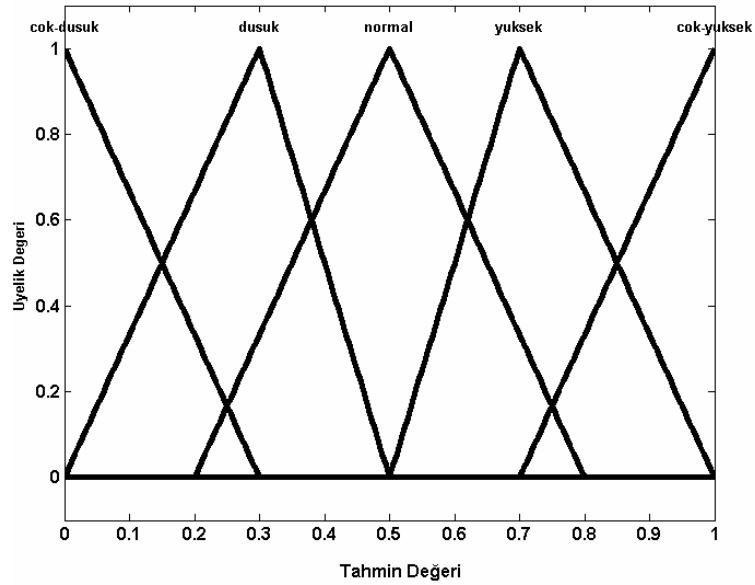
Kural 1: Eğer Güvenlik Düşük ise μ , 0'a yakındır.

Kural 2: Eğer Güvenlik Normal ise μ , 0.5'e yakındır.

Kural 3: Eğer Güvenlik Yüksek ise μ , 1'e yakındır.

Buradan elde edilen μ üyelik değerleri aşağıdaki gibi normalleştirilir ve bu değerlerin toplamı 1'e eşittir:

$$\bar{\mu}_i = \frac{\mu_i}{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n} \quad (7)$$



Şekil 2. Kriter Ağırlıkları için üyelik fonksiyonu

Benzer şekilde kriter ağırlıkları için Şekil 2'deki gibi çok düşük, düşük, normal, yüksek, çok yüksek kullanılarak ağırlıklar elde edilir (Lin ve diğerleri, 2007). Daha sonra bu bulanık değerler, normalleştirilerek Promethee metodunda kullanılabilir.

4. UYGULAMA

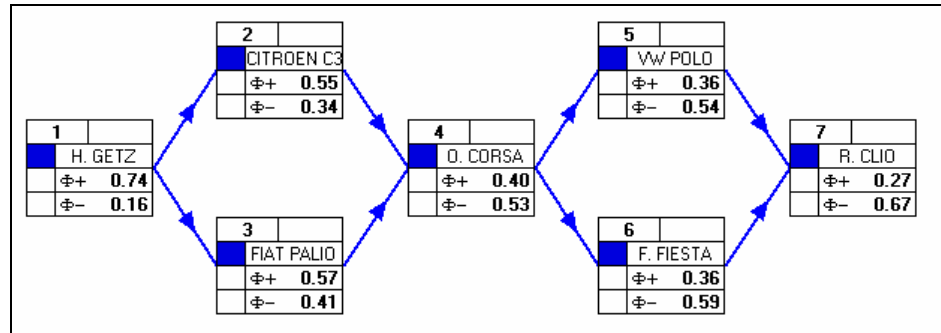
Otomobil seçimi uygulaması için yedi farklı otomobil markası ele alınmıştır. Bu markalardan aynı sınıfa giren 1.4 benzinli, 70-90 beygir motor gücüne sahip, 5 kapı, düz vitesli ve diğer isteğe bağlı özellikler dikkate alınmadan otomobiller seçilmiştir.

Bunların değerlendirilmesi için belirlenen kriterler ise fiyat, yakıt, performans ve güvenlik kriterleridir. Tablo 1’de bu otomobiller ve özellikleri hakkında bulanıklaştırılmış veriler ve kriter ağırlıkları 3. bölümde anlatıldığı belirlenmiştir. Bu ağırlıklar kişiden kişiye değişir ve bu örnekte alınan ağırlıklar fiyat kriteri için %35, yakıt kriteri için %35, performans kriteri için %15 ve güvenlik kriteri için ise %15’tir.

Tablo 1. Kriter ve alternatiflere ilişkin değerlendirme tablosu

Minimum/Maksimum	Minimum	Minimum	Maksimum	Maksimum
Ağırlık (%)	35	35	15	15
OTOMOBİL/KRİTER	FİYAT	YAKIT	PERFORMANS	GÜVENLİK
OPEL CORSA	0.1703	0.1029	0.1290	0.1202
VW POLO	0.1356	0.1623	0.1331	0.1390
FIAT PALIO	0.1141	0.1379	0.0901	0.1064
RENAULT CLIO	0.1760	0.2207	0.1953	0.1864
FORD FIESTA	0.1475	0.1551	0.1167	0.1781
HYUNDAI GETZ	0.1260	0.0733	0.1953	0.1172
CITROEN C3	0.1302	0.1474	0.0901	0.1524

Bu veriler Decision Lab yazılımı ile Promethee I ve II’ye göre değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



Şekil 3. Promethee I ile hesaplanan sıralama sonuçları

Şekil 3’de verilen kriter ağırlıklarına göre en iyiden en kötüye doğru bir sıralama görülmektedir. Buradan Promethee I analizinden görüldüğü üzere

Otomobil seçimi problemi için görsel analizi için Şekil 5’te GAIA düzlemi verilmiştir. Hangi kritere hangi otomobilin uygun olduğu bu grafiksel gösterimden daha iyi anlaşılmaktadır.

5. SONUÇLAR

Klasik Promethee yönteminin dilsel değerler ile çalışabilmesi çok zor ve karmaşıktır. Bunun için bu dilsel değerler, bulanıklaştırma yapıldıktan sonra Promethee yönteminde kullanılabilir. Bulanık veriler ile çalışmak daha fazla esneklik sağlar ve bulanık veriler ile değerlendirme yapılması, uygulamadaki karmaşıklıklar ve zorlukları ortadan kaldırmıştır. Çalışmada Promethee metodunun uygulaması bulanık girdiler kullanılarak genişletilmiştir. Uygulama sonucunda elde edilen bulgulardan, otomobil seçimi için elde edilen sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür. Anlaşılması kolay ve kullanılması basit olduğu için rahatlıkla benzer problemlere uygulanabilir.

AN APPLICATION OF FUZZY PROMETHEE METHOD FOR SELECTING OPTIMAL CAR PROBLEM

ABSTRACT

Most of the economical, industrial, financial or political decision problems are multi-criteria. In these multi criteria problems, optimal selection of alternatives is hard and complex process. Recently, some kinds of methods are improved to solve these problems. Promethee is one of most efficient and easiest method and solves problems that consist quantitative criteria. However, in daily life, there are criteria which are explained as linguistic and cannot modeled numerical. Hence, Promethee method is incomplete for linguistic criteria which are imprecise. To satisfy this deficiency, fuzzy set approximation can be used. Promethee method, which is extended with using fuzzy inputs, is applied to car selection for seven different cars in same class by using criteria: price, fuel, performance and security. The obtained results are appropriate and consistent.

Key Words: Promethee method, Fuzzy set, Multi-criteria decision making, Car selection

KAYNAKÇA

- ALBADVI A., CHAHARSOOGHI , S. K., ESFAHANIPOU A. (2007): “Decision making in stock trading: an application of promethee”, *European Journal of Operational Research*, 177(2): 673-683.
- ARAZ, C., OZFIRAT, P.M., OZKARAHAN, I. (2006): “An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management”, *Computers & Operations Research*, doi:10.1016/j.cor.2006.01.014.
- BRANS, J.P., VINCKE, P., MARESCHAL, B., (1986): “How to select and how to rank projects: the promethee method”, *European Journal of Operational Research*, 24: 228–238.
- BRANS, J-P., MARESCHAL, B. (1998): ”How to decide with promethee”, Visual Decision Inc. Montreal, Canada, <<http://www.visualdecision.com>>.
- FÍGUEIRA, J., GRECO, S., EHRGOTT, M., (2004): “*Multiple criteria decision analysis:state of the art surveys*”, Springer Verlag, U.S.A.
- GOUMAS M., LYGEROU, V., (2000): “An extension of the promethee method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects”, *European Journal of Operational Research*, 123(3): 606-613.
- LIN H.Y., HSU, P.Y., SHEEN, G. J., (2007): “A fuzzy-based decision-making procedure for data warehouse system selection”, *Expert Systems with Applications*, 32(3): 939-953.
- RADOJEVIĆ, D., PETROVIĆ, S., (1997): “A fuzzy approach to preference structure in multicriteria ranking”, *International Transactions in Operational Research*, 4(5-6): 419-430.