

UZAKLIK BAZLI BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YAKLAşIMININ TEKSTİL MAKİNASI SEÇİMİNE UYGULANMASI

E. Ertuđrul Karsak

Galatasaray Üniversitesi, Endüstri Mühendisliđi Bölümü, Ortaköy, 34357, İstanbul

Özet: Bu çalışmada, ideal ve ideal karşıtı çözüm kavramlarını esas alan bir uzaklık bazlı bulanık çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yaklaşımının, gerçek veriler kullanılarak tekstil makinası seçimi problemine uygulanması sunulmaktadır. Geliştirilen yöntem, kesin verilerin ve sözel değişkenler olarak ifade edilen bulanık verilerin dikkate alınmasına olanak sağlayarak, ekonomik değerlendirme ölçütünün yanında teknik ve stratejik performans değerişkenlerinin de değerlendirme sürecine katılmasını sağlamaktadır. Önerilen karar yaklaşımı, ideal ve ideal karşıtı çözümlere olan ağırlıklandırılmış uzaklıkları aynı zamanda dikkate alarak, ideale en yakın mesafede olan bir alternatifin, ideal karşıtıdan en uzak mesafede bulunamayabileceği konusunu da göz önünde bulundurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok Ölçütlü Karar Verme, Bulanık Karar Analizi, Karar Destek Sistemi, Bulanık Mantık

APPLICATION OF A DISTANCE-BASED FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING APPROACH TO TEXTILE MACHINE SELECTION

Abstract: In this paper, an application of a distance-based fuzzy multi-criteria decision making (MCDM) approach based on the concepts of ideal and anti-ideal solutions is presented for the textile machine selection problem using real data. The developed method provides the means for integrating the economic figure of merit with the technical and strategic performance variables by enabling both fuzzy data expressed via linguistic variables and crisp data to be taken into consideration. The proposed decision approach takes into account the fact that an alternative with the shortest distance from the ideal may not have the farthest distance from the anti-ideal by considering the weighted distances from both ideal and anti-ideal solutions simultaneously.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Decision Analysis, Decision Support System, Fuzzy Logic

1. Giriş

Tekstil makinası seçiminde kullanılacak gerçekçi bir çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yaklaşımı sayısal veriler yanında nitel verileri de dikkate alabilmelidir. Değerlendirme ölçütlerinin önem ağırlıkları ve nitel ölçütlere ilişkin tercihlerin içerdiği kesin olmayan ifadeleri sayısallaştırabilmek için bulanık karar modellemesinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, ideal ve ideal karşıtı çözüm kavramlarını esas alan bir bulanık ÇÖKV yaklaşımı, tekstil işletmelerinde sıkça karşılaşılan kurutucu (kurutma makinası) seçimi problemine uygulanmaktadır.

2. Uzaklık Bazlı Bulanık ÇÖKV Yaklaşımı

Bu bölümde, ideal çözüme benzerlik kavramını esas alan ve kesin verilerin yanı sıra bulanık verileri de içeren problemlere uygulanabilen bir ÇÖKV algoritması sunulmaktadır. Karsak (2002) tarafından önerilen karar verme prosedürü, Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bir ÇÖKV yöntemi olan TOPSIS'in temel ilkelerini benimsemektedir. TOPSIS sağlam temelli mantık yapısı, ideal ve ideal karşıtı çözümleri aynı zamanda dikkate alması ve kolaylıkla programlanabilir hesaplama prosedürü ile yaygın kullanım gören bir ÇÖKV yöntemi olmakla birlikte, ölçüt değerlerinin kesin sayısal verilerle ifade edilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada bir tekstil işletmesinde kurutucu seçimi için kullanılan karar verme algoritmasının adımları aşağıda belirtilmiştir.

Adım 1. k adet uzmandan oluşan bir karar verme komitesi oluşturun ve dikkate alınacak kurutucu alternatifleri ($KUR_1, KUR_2, \dots, KUR_m$) ile değerlendirme ölçütlerini ($j = 1, 2, \dots, n$) belirleyin.

Adım 2. Ölçüt değerlerini kesin veriler veya sözel değerişkenler olarak belirleyerek karar matrisini oluşturun.

Adım 3. Ölçüt değerlerinin birimsiz ve karşılaştırılabilir olması için karar matrisini normalize edin. Herbir ölçüte ilişkin veriler doğrusal bir dönüşüm kullanılarak normalize edilecektir. Kesin veriler için, fayda-

bazlı ölçütlere ($j \in B$) ve maliyet-bazlı ölçütlere ($j \in C$) ilişkin normalize edilmiş değerler (1) numaralı formülde belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^* - x_j^-}, & j \in B \\ \frac{x_j^* - x_{ij}}{x_j^* - x_j^-}, & j \in C \end{cases} \quad (1)$$

Burada, B fayda-bazlı ölçütler kümesini, C maliyet-bazlı ölçütler kümesini, $x_j^* = \max_i x_{ij}$ ve $x_j^- = \min_i x_{ij}$ ifade etmektedir. Kesin veriler için normalize edilmiş değerler üçgensel bulanık sayı formatında $r_{aij} = r_{bij} = r_{cij} = r_{ij}$ olacak şekilde $\tilde{r}_{ij} = (r_{aij}, r_{bij}, r_{cij})$ olarak ifade edilir. Üçgensel bulanık sayı olarak (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) ifade edilen bulanık veriler için, fayda-bazlı ölçütlere ($j \in B$) ve maliyet-bazlı ölçütlere ($j \in C$) ilişkin normalize edilmiş değerler aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{aij}, r_{bij}, r_{cij}) = \begin{cases} \left(\frac{a_{ij} - a_j^-}{c_j^* - a_j^-}, \frac{b_{ij} - a_j^-}{c_j^* - a_j^-}, \frac{c_{ij} - a_j^-}{c_j^* - a_j^-} \right), & j \in B \\ \left(\frac{c_j^* - c_{ij}}{c_j^* - a_j^-}, \frac{c_j^* - b_{ij}}{c_j^* - a_j^-}, \frac{c_j^* - a_{ij}}{c_j^* - a_j^-} \right), & j \in C \end{cases} \quad (2)$$

Yukarıdaki ifadede, $c_j^* = \max_i c_{ij}$ ve $a_j^- = \min_i a_{ij}$ olarak tanımlanır.

Adım 4. $\forall j = 1, 2, \dots, n$ için $\tilde{r}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{r}_j^- = (0,0,0)$ olarak tanımlandığında, ideal çözümü

$A^* = (\tilde{r}_1^*, \tilde{r}_2^*, \Lambda, \tilde{r}_n^*)$ ve ideal karşıtı çözümü $A^- = (\tilde{r}_1^-, \tilde{r}_2^-, \Lambda, \tilde{r}_n^-)$ belirleyin.

Adım 5. Değerlendirme ölçütleri için ortalama önem ağırlıklarını belirleyin.

Adım 5a. Herbir ölçütün önem ağırlığını belirlemek için uzman görüşüne başvurun.

Adım 5b. Ölçütlerin ortalama önem ağırlıklarını (\tilde{w}_j) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplayın.

$$\tilde{w}_j = (1/k) \otimes (\tilde{w}_{j1} \oplus \tilde{w}_{j2} \oplus \dots \oplus \tilde{w}_{jk}), j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Yukarıdaki ifadede, \tilde{w}_{jk} j inci ölçüte k inci uzman tarafından atanan önem ağırlığını, \oplus ve \otimes sırasıyla bulanık toplama ve bulanık çarpma işlemi operatörlerini göstermektedir.

Adım 6. Herbir alternatif için ideal ve ideal karşıtı çözümünden ağırlıklandırılmış uzaklıkları (sırasıyla D_i^* ve D_i^-) hesaplayın. Bojadziev ve Bojadziev (1995), $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ ile $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$ üçgensel bulanık sayıları arasındaki uzaklığın aşağıda belirtilen şekilde hesaplanabileceğini ifade etmektedir.

$$D(A_1, A_2) = \frac{1}{2} \{ \max(|a_1 - a_2|, |c_1 - c_2|) + |b_1 - b_2| \} \quad (4)$$

$\forall j = 1, 2, \dots, n$ için $\tilde{r}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{r}_j^- = (0,0,0)$ olduğundan, ideal çözüm ve ideal karşıtı çözümünden ağırlıklandırılmış uzaklıklar aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$D_i^* = \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{2} \{ \max(w_{aj} |r_{aij} - 1|, w_{cj} |r_{cij} - 1|) + w_{bj} |r_{bij} - 1| \} \right) \quad (5)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{2} \{ \max(w_{aj} |r_{aij} - 0|, w_{cj} |r_{cij} - 0|) + w_{bj} |r_{bij} - 0| \} \right) \quad (6)$$

Adım 7. Herbir alternatifin ideal çözüme benzerlik derecesini (P_i^*), ideal ve ideal karşıtı çözümlere olan ağırlıklandırılmış uzaklıklarını dikkate alarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplayın.

$$P_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^*} \quad (7)$$

Adım 8. Alternatifleri P_i^* değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralayın. En yüksek P_i^* değerine sahip alternatifi seçin.

3. ÇÖKV Yaklaşımının Kurutucu Seçimine Uygulanması

Bu çalışmada kurutucu seçimi sürecinde dikkate alınan değerlendirme ölçütleri, fular çalışma hızı, zincir girişi çalışma hızı, zincir girişi elektrik gücü, kurutucu çalışma hızı, kurutucu kurulu elektrik gücü, su buharlaştırma kapasitesi, kurulu ısıtma kapasitesi, üretim ısıtma kapasitesi, kurutma kapasitesi, kurutucu çıkışı çekmezlik, arızalanma sıklığı, kullanım kolaylığı, satış sonrası servis hizmetleri ve satın alma fiyatı olup, kurucu alternatiflerinin arızalanma sıklığı, kullanım kolaylığı ve satış sonrası servis hizmetleri ölçütlerine göre performansları sözel değişkenler kullanılarak ifade edilmektedir. Sözel değişkenlerin değeri bulanık küme kuramından yararlanılarak sayısallaştırılabilmektedir (Zadeh, 1975).

Çalışmada kullanılan veriler ile ölçütlerin önem ağırlıkları ve bulanık ölçüt değerlerini ifade etmekte kullanılan sözel değişkenlerin üyelik fonksiyonlarına sayfa sınırlaması nedeniyle yer verilememiştir. Tablo 1'deki sonuç bilgilerinden, kurutucu alternatiflerinin sıralamasının KUR₁ ϕ KUR₃ ϕ KUR₂ şeklinde olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 1'den görüleceği üzere, KUR₂, KUR₃'e göre ideal çözüme daha yakın mesafede olmasına karşın KUR₃'e kıyasla ideal karşıtı çözüme de daha yakın mesafede olduğundan, ideal çözüme benzerlik derecesi KUR₃'e kıyasla daha düşüktür.

Tablo 1. Kurutucuların ideal ve ideal karşıtı çözümlerden uzaklıkları ile ideal çözüme benzerlik dereceleri

Kurutucu Alternatifleri (KUR _i)	D_i^*	D_i^-	P_i^*
KUR ₁	4.4726	6.1850	0.5803
KUR ₂	5.8206	4.8641	0.4552
KUR ₃	5.8390	4.9202	0.4573

4. Sonuç

Bu çalışmada, kesin olarak tanımlanan ölçüt değerleri ve kesin olarak ifade edilemeyen nitel ölçüt değerleri karar sürecinde bir arada dikkate alınmaktadır. Önerilen karar yaklaşımı, karar vericilerin nitel değerlendirme yaparken sözel değişkenler kullanmasına olanak sağlamakta ve bu şekilde değerlendirme sürecinde karşılaşılan güçlükleri azaltmaktadır. Ayrıca, literatürde sıkça rastlanan diğer bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden farklı olarak geliştirilen yöntem, alternatifleri karşılaştırma sürecinde tutarsız ve hatta sezgiyle çelişen sıralamalara neden olabilecek bulanık sayı sıralama yöntemlerini kullanmamaktadır. Önerilen yaklaşım, karar verme sürecinde karşılaşılan bulanıklığı ve kesinlik içermeyen durumları sayısallaştırmadaki etkinliği ve kolaylıkla programlanabilir yapısı ile etkili bir karar aracı olarak belirmektedir.

Kaynaklar

- Bojadziev, G., Bojadziev, M.**, *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications, Advances in Fuzzy Systems – Applications and Theory Vol. 5* (World Scientific, Singapore), 1995.
- Hwang, C.-L., Yoon, K.**, *Multiple Attribute Decision Making – Methods and Applications* (Springer-Verlag, Heidelberg), 1981.
- Karsak, E. E.**, Distance-based fuzzy MCDM approach for evaluating flexible manufacturing system alternatives. *International Journal of Production Research*, 40(13), 3167-3181, 2002.
- Zadeh, L. A.**, The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I. *Information Sciences*, 8, 199-249, 1975.