**TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRMEDE STOKASTİK BİR KARAR VERME YAKLAŞIMI: STOKASTİK ÇOK KRİTERLİ KABUL EDİLEBİLİRLİK ANALİZİ**

**Ömür TOSUN[[1]](#footnote-1)**

**ÖZET**

*Tedarikçi seçimi problemi günümüz işletmelerinde gerek maliyet optimizasyonu gerekse de tedarik zinciri performansının sürdürülebilirliği için oldukça önemli bir süreçtir. Bu problemi ele alacak ve karar destek süreci olarak kullanılabilecek farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler içinde çok kriterli karar verme teknikleri hem sayısal hem de sayısal olmayan kriterleri değerlendirebildiği için klasik yöntemlerden daha ön plandadır. Bu çalışmada stokastik çok kriterli kabul edilebilirlik analizi ile bir mobilya işletmesinin tedarikçi değerlendirme problemi ele alınacaktır.*

***Anahtar Kelimeler:*** *Çok Kriterli Karar Verme, Stokastik Karar Verme, Tedarikçi Değerlendirme.*

**STOCHASTIC DECISION MAKING APPROACH IN SUPPLIER EVALUATION: STOCHASTIC MULTI CRITERIA ACCEPTABILITY ANALYSIS**

*Supplier selection and evaluation is one of the most important decision points in a competitive environment which includes both cost optimization and the sustainability of supply chain performance. Different methods are developed for managers to use as a decision support system to solve these kind of problems. Multi criteria decision making methods (MCDM) used for decision making problems are special cases when compared with classical methods, in which decision maker can use not only qualitative criteria but also the quantitative ones. In this study a relatively new MCDM method based on stochastic approach called stochastic multi criteria acceptability analysis (SMAA) is used to solve the supplier evaluation problem of a furniture company.*

***Keywords:*** *Multi Criteria Decision Making, Stochastic Decision Making, Supplier Evaluation.*

**1.GİRİŞ**

Tedarikçi seçimi problemi, nicel ve nitel pek çok faktörün eş zamanlı değerlendirilmesini gerektiren oldukça önemli bir karar verme problemidir. Etkili bir karar verme sürecinde, karar vericinin birbirinden farklı karakteristiğe sahip çok sayıda kriteri birlikte değerlendirmesi gerekmektedir. Bu zorluğu aşabilmek için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) metodolojileri geliştirilmiştir. Bu yöntemler kısaca, karar vericiler tarafından ağırlıkları tespit edilen kriterler yardımıyla alternatifleri, sıralamaya ve değerlendirmeye yaramaktadır.

Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi (SMAA) yöntemi, alternatiflerin kriter değerlerinin ve kriter ağırlıklarının politik ve benzeri nedenlerle karar vericilerden temin edilemediği, eksik veya belirsiz olduğu ÇKKV problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir (Tervonen ve Lahdelma, 2007: 500). Literatürde geliştirilmiş olan farklı SMAA yöntemleri içinden belirsizliği ele aldığı için SMAA-2 tercih edilmiştir. SMAA-2, belirsiz ya da kesin olarak ifade edilemeyen kriter değerlerinin karar verici tarafından stokastik değişkenler ile tanımlanmasına izin vermektedir.

ÇKKV yöntemi olan SMAA tekniği, hem kriter değerlerinin hem de kriter ağırlıklarının kesin olarak bilinemediği veya karar vericilerden tercih bilgisinin temin edilmesinin zor olduğu durumlar için geliştirilmiştir. Karar verici kesin bilgi girme riskinden kaçınmakta, bu sayede yanlı karar verme veya hata yapma olasılığı azalmaktadır. Ayrıca yöntemde, çok sayıda karar vericinin kriter ağırlık değerleri üzerinde uzlaşma sağlayamadığı durumlar için aralık değerler girilebilmektedir (Ağdaş vd., 2014: 80).

Bu çalışmada SMAA-2 yöntemi ile Antalya bölgesinde faaliyet gösteren bir mobilya firmasının tedarikçi değerlendirilmesi yapılacaktır.

**2.STOKASTİK ÇOK KRİTERLİ KABUL EDİLEBİLİRLİK ANALİZİ**

SMAA, bilgilerin şüpheli, kesin olmayan veya eksik olduğu durumlarda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Gerçek hayat problemlerinde toplanan bilgiler şüpheli veya kesinlikten uzak olabilirler. Böyle durumlarda SMAA metodu bir karar destek aracı olarak kullanılabilmektedir (Ehrgott vd., 2010: 286).

Günlük hayatta kesin değerlere ulaşmak karar vericiler açısından her zaman mümkün değil­dir. Bunun üstesinden gelebilmek için Tervonen ve Lahdelma (2007) tarafından ters ağırlık uzayı yaklaşımı kullanan bir ÇKKV tekniği önerilmiştir. Geliştirilen yöntemde problemi çözmek için parametre değerlerini sormak yerine farklı alternatiflerin hangi parametre değerleri ile seçilebileceğine cevap aranmaktadır. SMAA metodunda belirsiz veya kesin olmayan alternatiflerin kriter değerleri, stokastik değişkenler ile ifade edilmektedir. Aynı şekilde karar vericilerin üze­rinde uzlaşamadığı kriterlerin ağırlıkları da birleşik yoğunluk fonksiyonuna sahip bir ağırlık dağılımı ile temsil edi­lmektedir.

SMAA metodunun gerçek hayat problemlerine uygun olmasının nedenleri Tervonen ve Lahdelma (2007) tarafından aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Karabay vd., 2014: 363).

* SMAA metodunun kullandığı ters ağırlık uzayı yaklaşımı, karar vericilerden alternatiflerin kriter değerlerinin sağlanamadığı problemler için uygun bir yaklaşımdır. Böyle durumlarda, alternatiflerin kriter değerleri bir aralık veya üzerinde uzlaşılan bir istatis­tiksel dağılımla ifade edilebilir.
* SMAA metodu, eksik veya belirsiz kriter ağırlık­larının yer aldığı problemlerin çözümü için uygun bir yöntemdir.

Bir problem SMAA yöntemi ile çözülecekse öncelikle uygun SMAA yönteminin seçilmesi gerekmektedir.

Sınıflandırma yapılacaksa SMAA-TRI kullanılmalıdır. Sıralama problemlerinde ise tercih modeli çeşidine göre karar verilmelidir. Eğer model belirli bir referans noktasına dayalıysa Ref-SMAA, ağırlığa dayalı ise birleştirme çeşidine göre seçim yapılır: Fayda fonksiyonu ya da daha üstün/önemli olma metodu. Bu bilgilere göre sıralama problemi için SMAA-2 (Fayda / değer fonksiyonu), SMAA-3 (üstün olma prosedürü) ya da Ref-SMAA (başarı fonksiyonu) uygulaması seçilebilir (Okul vd., 2014: 958).

Karabay vd. (2014) SMAA yöntemini bir kamu kurumu için tesis yeri seçiminde, Özkaya (2010) ise üniversite sıralamalarının oluşturulmasında SMAA yöntemini kullanmışlardır. Tervonen vd. (2009) malzemeleri sınıflandırmak için SMAA-TRI yöntemini kullanmışlardır. Makkonen vd. (2003) bir piyasada elektrik dağıtıcısının stratejik kararlarını SMMA-2 ile modellemişlerdir. Lahdelma vd. (2002) SMAA-O ile atık değerlendirme tesisi için yer seçimi problemini ele almışlardır. Lahdelma ve Salminen (2001), SMAA-2 ile Helsinki Liman Bölgesi seçimi problemini incelemişlerdir.

**3.SMAA-2 METODU**

Klasik SMAA yöntemi alternatifleri direk olarak sıralamaz, sadece kabul edilebilir olup olmadıklarını tespit eder. SMAA-2 metodu, SMAA metodunun bu eksikliğinin ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir türevi olup en iyi alternatifin seçiminin yanı sıra alternatiflerin de bir sıralamasını yapabilmektedir.

SMAA-2 metodu, alternatifleri sıralarken veya tercih edilebilirlik derecelerini tanımlamak için ters ağırlık uzayı analizini uygulamaktadır. Yöntemde karar vericiye alternatiflerin son durumları hakkında daha fazla bilgi sağlamak amacıyla çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Bunlar; sıra kabul edilebilirlik indisi, üç tip en iyi sıra ölçeği ve tümleşik kabul edilebilir indisidir (Lahdelma ve Salminen, 2001: 444).

Yöntemin işleyişi aşağıda anlatılmıştır (Lahdelma ve Salminen, 2001: 445-446; Ağdaş vd., 2014: 83-86).

Karar problemi, *n* adet kritere göre değerlendirilen *m* adet alternatiften {xi, i = 1, 2, …, m} oluşmaktadır. Karar vericinin tercih yapısı, fayda ya da değer fonksiyonu *u(xi, w)* ile temsil edilmektedir. Belirsiz veya kesin olmayan kriter değerleri, *X* uzayında birleşik olasılık dağılımlı *f(ξ)* yoğunluk fonksiyonu ve *ξi*j stokastik değişkeni ile temsil edilmektedir. Karar vericilerin bilinmeyen ya da kısmen bilinen tercihleri, *W* uygun ağırlık kümesinde *f(w)* birleşik yoğunluk fonksiyonlu ağırlık dağılımıyla gösterilmektedir.

Her alternatifin sırası en iyi sıra (=1) ve en kötü sıra (=m) tam sayı değeri olacak şekilde aşağıdaki sıralama fonksiyonu ile ifade edilmektedir:

ρ (doğru) ise 1, (yanlış) ise 0 değerini almaktadır. SMAA-2 yöntemi uygun sıra ağırlıkları kümesinin ( analizini temel almaktadır.

SMAA-2’de yer alan sıra kabul edilebilirlik indisi, bir alternatifin o sırada olma ihtimalini göstermektedir. Her alternatif için farklı değerler almaktadır. En yüksek kabul edilebilirlik indisine sahip olan alternatif, yani en iyi alternatif, en iyi sıralar içinde en yüksek kabul edilebilir puanı olandır. Sıra kabul edilebilirlik indisi (0, 1) değer aralığındadır. Sıfır değeri, alternatifin hiçbir zaman verilen sıralamayı sağlamayacağını, 1 ise seçilen herhangi bir ağırlık için verilen sıralamanın her zaman sağlanacağını göstermektedir. Sıra kabul edilebilirlik indisi, indis kriter dağılımları ve uygun sıra ağırlıkları yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

Merkezi ağırlık vektörü, bir alternatifin uygun ilk sıra ağırlıklarının beklenen ağırlık merkezi olarak tanımlanır ve karar vericinin bu alternatifi destekleme tercihini temsil etmektedir. Farklı alternatiflerin merkezi ağırlıkları, farklı ağırlıkların varsayılan tercih modeli ile farklı seçeneklere karşılık geleceğini anlamaya yardımcı olmaktadır. Kriter ve ağırlık dağılımları yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanır:

Güvenilirlik faktörü, merkezi ağırlık vektörünün seçilmesi halinde bir alternatifin birinci sırayı elde etme olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Güvenilirlik faktörü, kriterlerin etkin alternatifleri ayırt etmekte doğru olup olmadığını ölçmektedir. Kriter dağılımları yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanır:

**4.UYGULAMA**

Çalışmada Antalya bölgesinde faaliyet gösteren bir mobilya firmasının tedarikçi değerlendirme problemi ele alınmıştır. İşletme mevcut 3 tedarikçisini 6 farklı kritere göre değerlendirmektedir. Bu kriterler Fiyat, Kalite, Zamanında Teslim, Teknik Yetenek, Coğrafi Konum ve Geçmiş Performanstır.

Fiyat kriteri ortalama tedarik maliyeti olarak ölçülmektedir. İşletme fiyatlarda ± %10’luk bir güven aralığı kullanmaktadır. Kalite kriteri 1 – 5 aralığında (1: En kötü, 5: En iyi), zamanında teslim, teknik yetenek ve geçmiş performans kriterleri 1 – 3 aralığında (1: En kötü, 2: Orta, 3: En iyi), coğrafi konum kriteri ise 1 – 3 aralığında (1: En uzak, 2: Orta, 3: En yakın) değerlendirilmektedir. Karar verici tarafından alternatiflere verilen kriter değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Alternatiflere Ait Kriter Değerleri**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Maliyet (TL)** | **Kalite**  **(1 – 5)** | **Zamanında Teslim**  **(1 – 3)** | **Teknik Yetenek**  **(1 – 3)** | **Coğrafi Konum**  **(1 – 3)** | **Geçmiş Performans**  **(1 – 3)** |
| Alternatif 1 | 5000 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Alternatif 2 | 3500 | 3 | 3 | 1 – 2 | 1 | 2 – 3 |
| Alternatif 3 | 4000 | 4 – 5 | 3 | 2 | 2 | 2 – 3 |
|  | Δ ± % 10 |  | | | | |

Bu çalışmada SMAA-2 modelini oluşturmak için JSMAA (Tervonen, 2014) programı kullanılmıştır. Kullanılan programında kriterler artan (Ascending) veya azalan (Descending) olmak üzere iki sınıfta gruplanırlar. Maliyet kriterinin en düşük değere sahip olması tercih edildiği için azalan; Kalite, Zamanında Teslim, Teknik Yetenek, Coğrafi Konum ve Geçmiş Performans kriterleri de fayda unsuru içerdiklerinden dolayı daha yüksek değerlerin başarımı arttıracağı için maksimum olarak tercih edilmiştir.

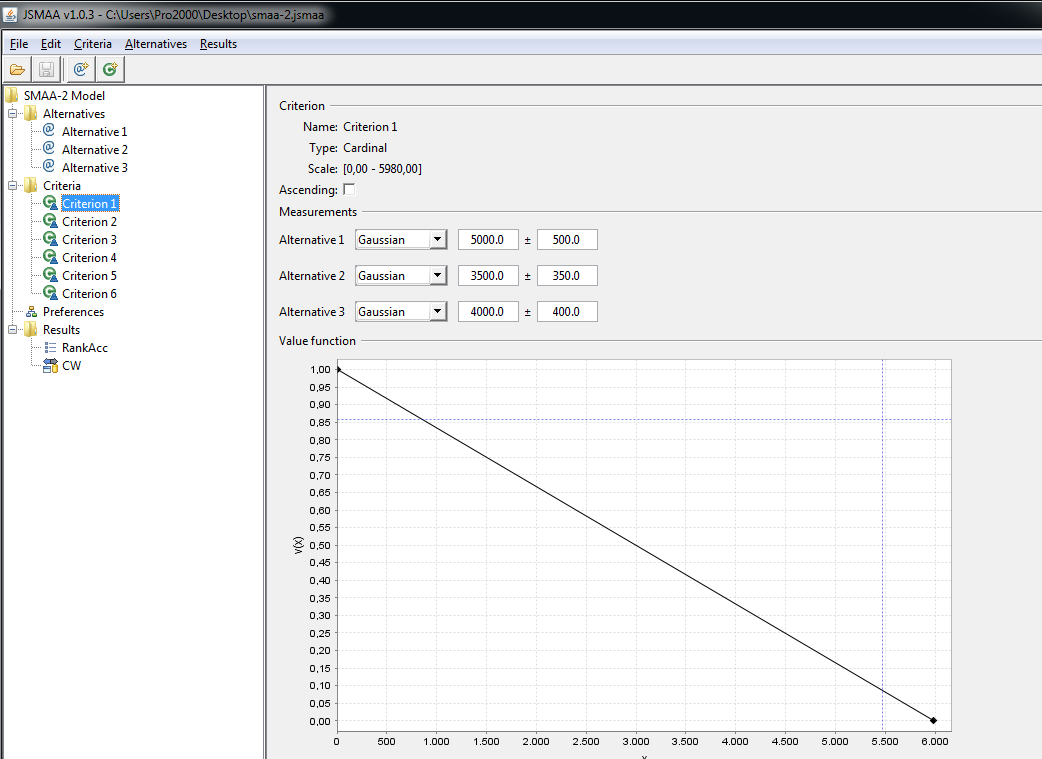
Kullanılan programda alternatif ve kriterlerin değerleri girildikten sonra tercih bilgilerinin tanıtılması gerekmektedir. Bunun için Eksik (Missing), Sıralı (Ordinal) ve Kardinal (Cardinal) olmak üzere üç farklı tercih alternatifi bulunmaktadır.

Eksik tercihi karar vericinin kriterlere ait herhangi bir ağırlık veya sıralama değeri bilgisine sahip olmadığı durumları ifade etmektedir. Kardinal tercihi AHP ve TOPSIS gibi yöntemlerle belirlenen ağırlık bilgisi olduğu durumlarda ve sıralı tercihi ise AHP ve TOPSIS gibi yöntemlerin yanı sıra karar vericinin belirlediği sıralama olduğu durumda kullanılmaktır.

Bu çalışmada hem “Eksik”, hem de “Sıralı” tercihleri kullanılacaktır. Herhangi bir ağırlık ve sıralama bilgisi olmadığı durumunda eksik veri değeri tercih edilmektedir. Sıralı durumunda ise kriter öncelikleri karar verici tarafından aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

Kalite > Maliyet > Zamanında Teslim > Coğrafi Konum > Teknik Yetenek > Geçmiş Performans.

Program ara yüzünde maliyet kriterinin sisteme girilmesi örnek olarak Şekil 1’de yer almaktadır.



**Şekil 1. Maliyet Kriterine Ait JSMAA Programına Girilen Değerler**

**Çizelge 2. Eksik Durumu İçin Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Alternatifler** | **Sıra 1** | **Sıra 2** | **Sıra 3** |
| Alt 1 | 0,00 | 0,27 | 0,73 |
| Alt 2 | 0,04 | 0,69 | 0,27 |
| Alt 3 | 0,96 | 0,04 | 0,00 |

Çizelge 2’deki değerler incelendiğinde birinci alternatifin % 73 olasılıkla üçüncü sırada, ikinci alternatifin % 69 olasılıkla ikinci sırada ve üçüncü alternatifin % 96 olasılıkla birinci sırada tercih edilmesi gerektiği görülmektedir. Bu durumda sıralama Alt 3 > Alt 2 > Alt 1 şeklinde olacaktır.

Elde edilen sıralamaya ait güvenilirlik faktörü ve merkezi ağırlık vektör değerleri Çizelge 3’te gösterilmektedir. Alternatiflerin ayırt edilmesinde kullanılan güvenilirlik faktörü, kriter ölçümlerinin yeterince sağlıklı ya da doğru olup olmadığını göstermektedir.

Güvenilirlik faktörü değeri birinci alternatif için 1 yani % 100’dür. Birinci alternatifin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 0) güvenilirlik oranı % 100’dür. Birinci sırada olma olasılığı olmadığı için kriterlerin merkezi ağırlık vektörleri de hesaplanmamaktadır.

**Çizelge 3. Eksik Durumuna Göre Güvenirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Faktörleri**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Alt.** | **Güvenlik**  **Faktörü** | **Maliyet** | **Kalite** | **Zamanında**  **Teslim** | **Teknik**  **Yetenek** | **Coğrafi**  **Konum** | **Geçmiş**  **Performans** |
| Alt 1 | 1,00 | - | - | - | - | - | - |
| Alt 2 | 0,22 | 0,27 | 0,07 | 0,17 | 0,10 | 0,05 | 0,33 |
| Alt 3 | 1,00 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |

İkinci alternatif için güvenilirlik faktörü değeri % 22’dir. Yani ikinci alternatifin ikinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 69) güvenilirlik oranı % 22’dir. Merkezi ağırlık vektörleri incelendiğinde ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriterler % 33 değeri ile geçmiş performans ve % 27 ile maliyettir.

Güvenilirlik faktörü değeri üçüncü alternatif için % 100’dür. Yani üçüncü alternatifin birinci sırada tercih edilmesinin (% 96) güvenilirlik oranı % 100’dür. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda özellikle kalite, teknik yetenek ve coğrafi konum kriterlerinde ağırlık değeri oldukça yüksektir.

**Çizelge 4. Sıralı Durumu İçin Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Alternatifler** | **Sıra 1** | **Sıra 2** | **Sıra 3** |
| Alt 1 | 0,00 | 0,44 | 0,56 |
| Alt 2 | 0,00 | 0,56 | 0,44 |
| Alt 3 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |

Ordinal duruma göre sıra kabul edilebilirlik değerleri Çizelge 4’te yer almaktadır. Çizelge 4’teki değerlere göre, birinci alternatif % 56 olasılıkla üçüncü sırada, ikinci alternatif % 56 olasılıkla ikinci sırada ve üçüncü alternatif % 100 olasılıkla birinci sırada tercih edilecektir. Bu durumda sıralama Alt 3 > Alt 2 > Alt 1 şeklinde olacaktır.

**Çizelge 5. Sıralı Durumuna Göre Güvenirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Faktörleri**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Alt**. | **Güvenlik**  **Faktörü** | **Maliyet** | **Kalite** | **Zamanında**  **Teslim** | **Teknik**  **Yetenek** | **Coğrafi**  **Konum** | **Geçmiş**  **Performans** |
| Alt 1 | 1,00 | - | - | - | - | - | - |
| Alt 2 | 1,00 | - | - | - | - | - | - |
| Alt 3 | 1,00 | 0,24 | 0,41 | 0,16 | 0,06 | 0,10 | 0,03 |

Sıralı durumuna göre elde edilen sıralamanın güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektör değerleri Çizelge 5’te gösterilmiştir.

Güvenilirlik faktörü değeri birinci ve ikinci alternatifler için % 100’dür. Yani her iki alternatifin de birinci sırada tercih edilmesi olasılıklarının (% 0) güvenilirlik oranı % 100’dür. Her iki alternatifin de birinci sırada olma olasılığı olmadığı için bu kriterlerin merkezi ağırlık vektörleri de hesaplanmamaktadır.

Güvenilirlik faktörü değeri üçüncü alternatif için de %100’dür. Yani üçüncü alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının güvenilirlik oranı % 100’dür. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriterler % 41 ile kalite ve % 24 ile maliyet faktörleridir.

**5.SONUÇ**

Farklı verilerle (nicel veya nitel) ve karar vericilerin ön yargılarından bağımsız olarak çalışabilen karar destek yöntemleri, günümüzde işletmeler açısından daha etkili ve doğru karar alabilmek için sıklıkla tercih edilebilmektedir. ÇKKV yöntemleri olarak sınıflandırabileceğimiz bu tekniklerden biri olan SMAA metotları; alternatiflerin kriter değerlerinin ve kriter ağırlıklarının kesin olarak karar vericiler tarafından tahmin edilemediği, olasılıklı, eksik veya belirsiz olduğu ÇKKV problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Diğer ÇKKV yöntemlerinde kullanılan kesin kriter ve ağırlık değerlerinin yerine, SMAA yöntemleri, problemin çözümünde kullanılan değerlerin, aralık değer ve dağılım olarak ele alınmasına müsaade etmektedir. Bu yaklaşım ile karar vericilerin ön yargılarının karar üzerindeki etkileri azaltılabilmektedir.

Bu çalışmada Antalya bölgesinde faaliyet gösteren bir mobilya işletmesinin tedarikçileri değerlendirilmiştir. Alternatiflerin sıralanması için SMAA-2 yöntemi kullanılmıştır. İşletmenin birlikte çalıştığı üç farklı tedarikçi belirlenen altı farklı kritere göre değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıklarının ve önceliklerinin bilinmediği durum ile kriter önceliklerinin karar verici tarafından belirlendiği durum olmak üzere iki farklı senaryo denenmiştir. Her iki durumda da Alternatif 3 > Alternatif 2 > Alternatif 1 sırası elde edilmiştir.

Yöntemi geliştirmek için kriter ağırlıkları farklı karar vericilerden toplanan bilgilerle diğer ÇKKV yöntemleri (Bulanık TOPSIS, VIKOR, …) ile hesaplanabilir.

**KAYNAKÇA**

* AĞDAŞ M., BALİ Ö. & BALLI H., (2014), **Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi İçin Yer Seçimi: SMAA-2 Tekniği İle Bir Uygulama***, Beykoz Akademi Dergisi*, 2 (1), 75-95.
* EHRGOTT, M., FIGUEIRA, J. R. & GRECO, S., (2010), (Eds.), ***Trends in Multiple Criteria Decision Analysis***, Vol.142, Springer.
* KARABAY S., KÖSE E. & KABAK M., (2014), **Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi İle Kamu Kurumu İçin Tesis Yeri Seçimi**, *Ege Akademik Bakış*, 14 (3), 361-369.
* LAHDELMA R. & SALMINEN P., (2001), **SMAA-2: Stochastic Multi Criteria Acceptability Analysis for Group Decision Making**, *Operations Research*, 49 (3), 444–454.
* LAHDELMA, R., SALMINAN P. & HOKKANEN J., (2002), **Locating a Waste Treatment Facility by Using Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis with Ordinal Criteria**, *European Journal of Operational Research*, 142 (2), 345-356.
* MAKKONEN, S., LAHDELMA, R., ASELL, A. M. & JOKINEN, A., (2003), **Multi Criteria Decision Support in the Liberalized Energy Market**, *Journal of Multi Criteria Decision Analysis*, 12 (1), 27-42.
* OKUL, D., GENCER, C. & AYDOĞAN, E. K., (2014), **A Method Based on SMAA-TOPSIS for Stochastic Multi-Criteria Decision Making and a Real-World Application,** *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 13 (5), 1-22.
* ÖZKAYA, B., (2010), **Üniversite Sıralamaları ve Bir Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi Uygulaması**, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
* TERVONEN T. & LAHDELMA R., (2007), **Implementing Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis**, *European Journal of Operational Research*. 178, 500-513.
* TERVONEN, T., LINKOV I., FIGUEIRA J. R., STEEVENS J., CHAPPELL M. & MERAD M., (2009), **Risk-based Classification System of Nanomaterials**, *Journal of Nanopartical Research*, 11 (4), 757-766.
* TERVONEN, T., (2014), **JSMAA: Open Source Software for SMAA Computations**, *International Journal of Systems Science* 45: 1, 69-81, 2014, DOI: 10.1080/00207721.2012.659706.

1. ***Ömür TOSUN,*** *Yrd. Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ayşe Sak Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü.* [↑](#footnote-ref-1)