

KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNDE KULLANILAN NİHAİ SIRALAMA YÖNTEMİNDE ÜÇ NİHAİ SIRALAMA DEĞERİNİN BİRER TAMSAYI ŞEKLİNDE ÇIKMAMASININ TOPSIS YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMLENMESİ*

THREE ULTIMATE RANKING VALUES AREN'T OUTGOING INTO ONE APIECE INTEGER FOR ULTIMATE RANKING METHOD WHICH IS USED QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT IS ANALYSED WITH TOPSIS METHOD

Öğr. Gör. Dr. Osman YAKIT**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; TOPSIS yöntemini kullanarak, Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) 'nde anlam bulan Nihai Sıralama Yöntemi ile birer tamsayı şeklinde çıkmayan sıralama değerlerinin çözümlenmesini sağlamaktır. Bunun için ilk olarak bir firmada uygulanmış olan Kalite Fonksiyon Göçerimi çalışması sonucu elde edilmiş olan veriler incelenmiş ve daha sonra Nihai Sıralama Yöntemi'ne ait uygulama sonuçlarının TOPSIS yöntemine göre değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu değerlendirme gerçekleştirilirken Microsoft Excel bir araç olarak kullanılmış ve Nihai Sıralama Yöntemi'ne konu olan üç sıralama türü (AHP Öncesi Sıralama, AHP Sonrası Sıralama, AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama) için toplam üç oransal yakınlık değeri hesaplanmıştır. Elde edilen bu oransal yakınlık değerlerine göre; hangi sıralama türünün, hangi öncelikle dikkate alınması gerektiği belirlenmiş ve ilgili çözümlene bu şekilde ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Merkezi Kabin Kapısı, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Nihai Sıralama Yöntemi, TOPSIS Yöntemi.

ABSTRACT

The aim of this study is provided to make ranking values which aren't outgoing into one apiece integer by using Ultimate Ranking Method that find meaning in Quality Function Deployment (QFD), analyse by TOPSIS method. For this; is examined the obtained datum which at the result of Quality Function Deployment study that is

* Bu makale, Osman YAKIT'ın; Süleyman Demirel Üniversitesi (S.D.Ü.) Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde kaydı bulunan ve S.D.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş (ilgili proje numarası: 3144-D-12), "Ürün Geliştirme Sürecinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçerimi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama" adlı doktora tezine kısmen dayanmaktadır.

** Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Öğretim Görevlisi Dr., oyakit@akdeniz.edu.tr

applied in a company at first and thereafter is provided evaluating the applied results of Ultimate Ranking Method in regard to TOPSIS method. When this evaluate is performed, Microsoft Excel is used a tool and totally three relative closeness values are separately calculated for three ranking types (Pre-AHP Ranking, Post-AHP Ranking, The Ranking According to the Average of Percentage Importances at Pre-AHP and Post-AHP) subject to Ultimate Ranking Method. Pursuant to this relative closeness values; is determined which ranking type is with which priority taken into consideration and related analyse is revealed in this manner.

Key Words: *Central Cabin Door, Quality Function Deployment, Ultimate Ranking Method, TOPSIS Method.*

1.GİRİŞ

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) konusu içerisinde Yakıt (2015) tarafından ortaya atılmış olan *Nihai Sıralama Yöntemi*'nin kullanılması, KFG'de Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)'nin kullanımına ilişkin önemini ortaya koymakta ve ağırlıklandırılmış önemler ile AHP mantığını birlikte değerlendiren bir yapı sunmaktadır. Multimoora yaklaşımındaki sıralama mantığına benzer bir sıralama mantığını baz alan Nihai Sıralama Yöntemi'nin bünyesindeki bu birlikte değerlendirme işleminin temelinde ise *baskınlık* kavramı yer almaktadır.

Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulanması sonucu, birer tamsayı olarak hangi sıralama değerine sahip olduğu belirlenemeyen üç işlem için çok değişkenli karar verme tekniklerinden hangisinin kullanılacağına karar verilmesi, olmazsa olmaz bir gerekliliktir. Bu gerekliliğin sağlanarak uygulamaya alınması ise işletme yöneticileri tarafından yapılacak yorumlamaların tam anlamıyla sağlıklı olmasına ve bu yöneticilerin çalıştıkları firmaların daha iyi kararlar ile yönetilebilmesine imkân verecektir.

Bu makalede, bir işletmede Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulanması sonucu, birer tam sayı olarak çıkmamış olan üç nihai sıralama değerinin oluşturduğu durum çok değişkenli karar verme tekniklerinden TOPSIS yöntemi kullanılarak çözüme kavuşturulmuştur. Ayrıca bu makale çalışmasında öncelikle, Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin; tanımı, uygulama adımları ve ilgili literatür taraması ile birlikte KFG'de müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait yüzde önemlerin hesaplanma şekilleri açıklanmakta, daha sonra ise Multimoora yaklaşımı dördüncü bölümde ele alınmaktadır. TOPSIS yöntemi, bu makale çalışmasının beşinci bölümünde açıklanmakta, altıncı yani son bölümünde ise ilgili TOPSIS uygulamasına yer verilmektedir.

2. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG)

2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)'nin Tanımı

Kalite Fonksiyon Göçerimi ile ilgili çeşitli kaynaklar incelenmiş ve bu incelemeler sayesinde, KFG'nin birbirinden farklı tanımlamalarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

KFG; istenen kalite düzeyinde müşteri talep, gereksinim ve beklentileri ile uyumlu olan, pazarda rekabet edebilme konusunda üstünlük sağlayan, tasarım sürecine ait dinamiklerin modellere çevrilmesine yarayan, mamul ve hizmet geliştirmede kullanılmak amacıyla geliştirilen en önemli yöntemlerden biridir (Sofyalıoğlu ve Tunail 2012: 125). Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri memnuniyetini hedeflemiş bir tasarım kalitesi geliştiren ve sonra müşteri ihtiyaçlarını üretim evresi süresince kullanılan kalite güvence noktalarına ve tasarım hedeflerine dönüştüren bir metottur (Zhang, Yang ve Liu 2014: 61). Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri talepleri ile iş fonksiyonlarını ve organizasyonel süreçleri sistematik olarak birleştiren kapsamlı bir sistemdir (Hafeez ve Mazouz 2011: 33). Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG); müşteri beklentilerini karşılayacak veya aşacak bir kalite düzeyinde, ürünler veya sistemlerin planlanmasına ve gerçekleştirilmesine yardım etmek için sistemlere ait bütünsel bir yaklaşıma odaklanan bir tasarım aracıdır (Karsak 2004: 3957).

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), üretim endüstrisine ait kalite yöntemlerinden ve servis kalitesini iyileştirmek için ise son zamanlarda bu yöntemleri kullanan birçok servis endüstrisinden yola çıkmaktadır (Mean-Shen 2010: 314). Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) hem müşterinin sesini hem de organizasyonel kapasiteyi göz önüne almaktadır. Bununla birlikte KFG çıktılarının kalitesi, organizasyonun müşterinin sesini tam olarak nasıl duyduğuna bağlıdır. Bu noktada organizasyonlar, KFG'yi daha etkili uygulamak için hem kantitatif hem de kalitatif analiz tekniklerini çalıştırmaya ihtiyaç duyarlar (Pakdil, Işın ve Genç 2012: 1397).

Bu bilgiler ışığında; Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşteriden gelen geri bildirimlerin değerlendirilmesinde ve bu geri bildirimler ışığında firmanın hangi ürün veya hizmete yoğunlaşması gerektiğinin belirlenmesinde kullanılan, sayısal mantıkla örüntülenmiş bir metottur şeklinde tanımlanabilir.

2.2. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)'nin Uygulama Adımları

Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin uygulanması, bu tekniğin özünü oluşturan bir dizi işlemin art arda gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. KFG'nin uygulama aşamalarını Tufof (2011: 609) şu şekilde ifade etmiştir:

“**Aşama 1** – Müşteri ihtiyaçlarını baz alan ürüne ait kalite karakteristiklerinin oluşturulması

Aşama 2 – Bu karakteristiklerden yola çıkılarak ürün bileşenlerine ait karakteristiklere karar verilmesi

Aşama 3 – Bileşen özelliklerinin süreç ihtiyaçlarına neden olması

Aşama 4 – Bu ihtiyaçlara dayanılarak başarıya ve ürün doğrulamaya ait anlamların oluşturulması”.

Halbleib ve diğeri (1993), KFG'ye ait genel adımları şu şekilde göstermiştir:

Tablo 1: Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)'nin Genel Adımları

| | | |
|---------------|--|--|
| Adım 1 | Plan | • Proje Sınırlarını Tanımlama |
| | | • Müşterileri Tanımlama |
| | | • Tedarikçileri Tanımlama |
| | | • KFG Takımını Tanımlama |
| | | • Müşteri İhtiyaçlarını Toplamakta Kullanılan Metotları Tanımlama |
| Adım 2 | Müşteri İhtiyaçlarını Toplama | • Müşteri İhtiyaçlarını Toplama |
| | | • Müşteri İhtiyaçları İçin Ortak Tarifleri Listeleme |
| | | • Müşteri İhtiyaçlarının Önceliklendirilmesi |
| | | • Rekabete Dayanan Değerlendirmeleri Uygulama |
| Adım 3 | Ürüne Ait Kriterlerin Tespiti | • Ürüne Ait Kriterlerin Tespiti |
| | | • Ürün Kriterleri İçin Ortak Tarifleri Listeleme |
| | | • Ürün Kriterleri İçin Hedef Değerlerin Tespiti |
| Adım 4 | Ürün Kriteri Değerlendirmesi | • Her bir Hedef Değerin Elde Edilme İmkânını Değerlendirme |
| | | • Ürün Kriterleri İçin Teknik Zorluğun Tespiti |
| Adım 5 | İlişkilerin ve Korelasyonların Tespiti | • Ürün Kriterleri ve Müşteri İhtiyaçları Arasındaki İlişkilerin Tespiti |
| | | • Ürün Kriterleri Arasındaki Korelasyonların Tespiti |
| Adım 6 | Önem Derecelerini Hesaplama | • Ürün Kriterleri için Önem Derecelerini Hesaplama |
| | | • KFG'nin Bir Sonraki Aşamasına Devam Etmek İçin Ürün Kriterlerinin Ne Olduğunun Tespiti |

Kaynak: (Halbleib ve diğ., 1993: 803).

Akbaba (2005: 65), konaklama işletmeleri için altı adımdan ve dört matristen meydana gelen bir KFG süreci oluşturmuş ve bu sürecin adımlarını; 1-Planlama, 2-Müşteri Bilgilerinin Anlaşılması, 3-Hizmet Planlama Matrisinin Oluşturulması, 4-Hizmet Süreç Planlama Matrisinin Oluşturulması, 5-Hizmet Kalite Kontrol Matrisinin Oluşturulması, 6-Görev Göçerimi Tablosunun Oluşturulması şeklinde ifade etmiştir. Chen ve Ko (2010: 619) ise, tipik bir KFG sürecinin dört aşamadan meydana geldiğini savunmuş ve bu aşamaları; müşteri ihtiyaçları ile ürün tasarım ihtiyaçları arasında bağlantı kurmak, ürün tasarım ihtiyaçlarına ait düzenlemeleri kritik parça karakteristiklerine dönüştürmek, kritik süreç parametrelerine karar vermek ve üretim ihtiyaçlarını oluşturmak olarak ifade etmiştir.

2.3. Literatür Taraması

Dai ve Blackhurst (2012: 5474-5490), sürdürülebilir tedarikçi seçimi için dört aşamalı bir Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) – Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) metodolojisi önermiş ve bu metodolojiyi bir örnek yardımıyla ifade etmiştir. Widaningrum (2014: 1-7); tüketiciler arasında birleşik analiz ve KFG kullanarak, Endonezya'nın Jakarta şehrinde paketlenmiş olarak çıkarılan gıda ürünlerinin niteliklerinin önemini araştırmayı amaç edinmiş, birleşik analiz ve KFG'nin; pazar bölümlenmesinde, ürün geliştirmede ve kalite evine ait sürecin erken aşamalarındaki müşteri gereksinimleri arasındaki mübadelede faydalı bir kombinasyon olduğunun, kalite evi geliştirme sonuçları tarafından tanımlandığını savunmuştur. Chadawada, Sarfaraz, Jenab ve Pourmohammadi (2015: 411-425) AHP ve KFG entegrasyonunu, tesis yeri seçiminde mümkün olan opsiyonları analiz etmede ve en iyi alternatifi seçmede kullanmıştır. Jovanović ve Delibašić (2014: 25-35), elektronik bileşenlere ilişkin tedarikçi seçiminde bütünleşik KFG'yi; paydaşların ihtiyaçlarını, tedarikçiler için değerlendirme kriteri şeklinde tercüme etmede ve bulanık AHP yaklaşımını da; paydaşları, paydaşların ihtiyaçlarını, değerlendirme kriterini ve neticede tedarikçileri önceliklendirmek için bir araç olarak kullanmıştır. Ho, He, Lee ve Emrouznejad (2012: 10841-10850), üçüncü taraf lojistik servis sağlayıcılarını değerlendirmek ve seçmek için; kalite fonksiyon göçerimi, bulanık küme teorisi ve AHP yaklaşımını birleştiren bütünleşik bir yaklaşım oluşturmuşlardır. Li, Jin ve Wang (2014: 28-37), kullanıcının bakış açısından bilgi yönetim sistemlerinin değerlendirilmesine ve seçimine yardımcı olmak amacıyla; sezgisel ve bulanık ortamda kalite fonksiyon göçerimi (KFG) ile TOPSIS tekniklerini birleştirmeyi, yeni bir *çok kriterli karar verme tekniği* olarak önermiştir. Karimi, Mozafari ve Asli (2012: 3283-3288); organizasyonların, müşterilerin ihtiyaçları ile uyumlu ürün tasarlayabilmesi için birleştirilmiş bir KFG-TOPSIS modelinin nasıl kullanılması gerektiğini bir servis şirketinde uyguladıkları vaka çalışması ile göstermiştir. Pang, Zhang ve Chen (2011:

661-664) ise, çalışmasında ürün tasarım kalitesi için KFG ve TOPSIS metodunu ampirik bir uygulama ile bütünleşik bir şekilde analiz etmiştir.

3. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG)'NDE MÜŞTERİ İSTEK VE İHTİYAÇLARINA AİT YÜZDE ÖNEMLERİN HESAPLANMA ŞEKİLLERİ

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)'nde müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait yüzde önemler hesaplanırken, kantitatif örüntüye sahip bazı yöntemler dikkate alınabilmektedir. Bu bölümde yüzde önemlerin, ağırlıklandırılmış önemler ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak ayrı ayrı nasıl hesaplandığı açıklanmıştır.

3.1. Müşteri İstek ve İhtiyaçlarına Ait Yüzde Önemlerin Ağırlıklandırılmış Önemler Kullanılarak Hesaplanması

Müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait yüzde önemler bulunurken ağırlıklandırılmış önemler kullanılabilen ve bu kullanımın temelinde ise bir denklem baz alınmaktadır. Bu bağlamda Chin vd. (2001: 201), *mutlak ağırlık* kavramını “önem ağırlığı” olarak ifade etmiş ve çalışmasındaki uygulamada ağırlıklandırılmış önemleri bulmak için şu denklemi kullanmıştır:

$$\text{Önem Ağırlığı} = \text{Önem Derecesi} \times \text{Gelişme Oranı} \times \text{Satış Puanı} \quad (1)$$

Güllü ve Ulcay (2002: 76), mutlak ağırlıklar hesapladıktan sonra bu ağırlıkların normalize edilerek bağıl ağırlıkların elde edilmesinde Denklem (2)'de yer alan formülün kullanılabileceğini vurgulamıştır:

$$\text{Bağıl Ağırlık (\%)} = \frac{\text{Herhangi Bir Satırın Mutlak Ağırlığı}}{\text{Toplam Mutlak Ağırlık}} \times 100 \quad (2)$$

Anlaşılabileceği üzere, yüzdesel bazda hesaplanan bağıl ağırlıklar (yüzde önemler), mutlak ağırlıkların (ağırlıklandırılmış önemlerin) normalize edilmesi sonucu elde edilmektedir. Elde edilen bu yüzde önemler ise, tek başına kullanılabileceği gibi Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulanabilmesinin sağlanması amacıyla bir araç olarak kullanılabilir.

3.2. Müşteri İstek ve İhtiyaçlarına Ait Yüzde Önemlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Kullanılarak Hesaplanması

AHP tekniği, literatürde yer alan ve birbirinden farklı olan çalışmalarda farklı şekillerde tanımlanmıştır. Örneğin; AHP'yi; Saaty (1995: 26), “bir *sistemik*

rasyonalite prosesi” olarak, Bang ve Chang (2013: 5742) “istatistiksel kalite faktör analiz yöntemleri için bir önceliklendirme tekniği veya bileşeni” olarak ve Gupta (2015: 19) “Matematik ve Psikoloji’ye dayalı karmaşık kararları organize ve analiz etmek için yapısal bir teknik” olarak tanımlamıştır.

AHP, karar vericinin bireysel tutarsızlıklarını tespit etme ve bu tutarsızlıkları dikkate alma yeteneğine sahiptir (Alphonse, 1997: 100). AHP; bilgili ve uzman kişilerin yargılarına dayanan somut ve soyut kriterlerin her ikisine de uygulanabilmekte ve soyut olan kriterler için ölçümlerin nasıl alınacağı, ilgili uygulamanın temel sorununu oluşturmaktadır (Saaty, 2007: 860). AHP; sahip olduğu esneklik ve adaptasyon sayesinde, grup kararı vermede dahi kullanılmaktadır (Dong ve Saaty, 2014 : 363). AHP, ikili karşılaştırmaları içeren yapısı ile yüzde önemlerin (%’sel bağlı ağırlıkların) KFG çalışması için elde edilmesinde başvurulan yardımcı bir tekniktir.

Saaty (2008: 85) öncelikleri meydana getirebilmek maksadıyla ve düzenli bir biçimde karar verebilme noktasında, karara ilişkin şu ayrıştırma adımlarının izlenmesi gerektiğini savunmuştur:

- 1) Problemin tanımlanması ve hangi çeşit bilgilerin arandığının belirlenmesi,
- 2) Karar hiyerarşisinin en tepeden ilgili hedefe kadar yapılandırılması ve devamında amaçların geniş bir perspektiften orta seviye perspektife ve buradan da düşük seviye perspektife doğru ele alınması,
- 3) Bir ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması ve bir üst seviyedeki her unsurun kendinden hemen sonraki bir alt seviye unsurla karşılaştırılması,
- 4) Karşılaştırmalardan elde edilen önceliklerin kendinden hemen sonraki bir alt seviye önceliğin ağırlıklandırılması için kullanılması ve bunun her unsur için yapılması. Daha sonra her alt seviye unsur için bunlara ait ağırlık değerlerinin toplanması ve bu sayede ilgili toplu önceliğin elde edilmesi. Ağırlıklandırma ve toplamaya ilişkin sürece, en alt düzeydeki alternatiflere ait final öncelikleri elde edinceye kadar devam edilmesi.

Bu uygulama adımlarının gerçekleştirilebilmesi için müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait bir karşılaştırma matrisinin hedef müşterilerce değerlendirilmiş olması olmazsa olmaz bir gerekliliktir. Hedef müşterilere yapılacak bir anket çalışması bu gerekliliğin karşılanması açısından önem arz etmektedir.

4. NİHAİ SIRALAMA YÖNTEMİ

Nihai Sıralama Yöntemi, Yakıt (2015: 115-117) tarafından ortaya konulmuş olan bir metottur. Bu metot, KFG çalışması içerisinde hem AHP'nin etkisinde hem de ağırlıklandırılmış önemlerin etkisinde hesaplanmış olan tüm yüzde önemlere ve bu yüzde önemlerin satır değişkenleri bazında elde edilmiş ortalamalarına ait büyükten küçüğe doğru oluşturulmuş sıralamaların birleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca bu metot, Multimoora yaklaşımındaki sıralama mantığının bir parçası olan baskınlık ilkesini temel almaktadır. Nihai Sıralama Yöntemi, KFG çalışması içerisinde kullanılacak iki farklı yardımcı yöntemden elde edilecek ilgili sonuçların ve bu iki farklı yöntemden elde edilen diğer bir yöntemle ait ilgili sonuçların birlikte değerlendirmesi konusunu da kapsamaktadır.

Baležentis, Zeng ve Baležentis (2014: 87), Moora yönteminin Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından ortaya konulduğunu ifade etmiş, Brauers ve Zavadskas (2010)'ın Moora yöntemine tam çarpım formunu ekleyerek bu yöntemi genişlettiğini ve bu yolla da ilgili yöntemin *Multimoora* adıyla daha güçlü hale geldiğini savunmuştur. Diğer yandan, Brauers ve Zavadskas (2010: 17) oran sistemi metoduna, referans noktası metoduna ve tam çarpım metoduna göre ayrı ayrı elde edilmiş sıralama değerlerinin Multimoora adı altında birlikte değerlendirildiğini vurgulamıştır. Buradan hareketle; Multimoora yaklaşımının sadece Moora yöntemlerine göre oluşturulmuş sıralamaların birleştirilmesini sağlayan bir yaklaşım olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir.

Brauers vd. (2013: 65), yirmi Avrupa ülkesindeki inşaat sektörüne ait ilgili sıralamayı Multimoora yaklaşımını kullanarak oluşturmuştur. Multimoora'daki baskınlık ilkesini temel alan bu sıralamada öncelikle ilgili üç metot (Oran Sistemi Metodu, Referans Noktası Metodu ve Tam Çarpım Formu (Tam Çarpım Metodu)) sonucu elde edilen sıralama değerlerinden ülkeler bazında üç sıralamada da aynı çıkanlar için atama yapılmıştır. Daha sonra iki metotta da ülkeler bazında aynı sıralama değerine sahip olanlar için, bu aynı olan ilgili değerlerin Multimoora sıralama değerleri olarak atandığı görülmüştür.

Zeng, Baležentis ve Su (2013: 171-184); tereddüt içeren bulanık bilgiyi ele almak için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan Multimoora-HF'yi sunmayı amaçlamıştır. Baležentis, Baležentis ve Valkauskas (2010: 578-602), Lizbon Stratejisi'ne ait uygulamayı tanımlayan ve Avrupa Birliği'nde Litvanya ve diğer Baltık Ülkeleri'nin konumunu istatistiksel metotlar kullanarak değerlendiren temel yapısal göstergeler tanımlamayı amaç edinmiş ve bu bağlamda Multimoora yaklaşımını kullanmıştır. Baležentis ve Zeng (2013: 543-550), Tip-2 bulanık kümelerin bir sonraki amaç için mutlak ilave imkânlar sunduğundan bahsetmiş ve bu nedenle de, genelleştirilmiş aralık değerli trapezoid bulanık sayılardan oluşan tip-2

bulanık kümelere ait çerçevenin Multimoora ile genişletilmesi bağlamında çalışmıştır. Ayrıca, Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulamaya ilişkin adımları Yakıt (2015: 116) tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

- “1- Üç sıralama değerinin de aynı olduğu herhangi bir işlem olup olmadığı incelenir. Eğer üç sıralama değeri de aynı olan işlem veya işlemler varsa öncelikle bu işlem veya işlemlerin nihai sıralama değer ataması yapılır.
- 2- Üç sıralama değerinden herhangi ikisinin aynı olduğu işlem veya işlemler için nihai sıralama değeri atanır.
- 3- 1. ve 2. uygulama adımlarında atanmış nihai sıralama değerleri, nihai sıralama değeri atanmamış işlem veya işlemlere ait üç sıralama değer veya değerleri içerisinden bulunup elimine edilir.
- 4- Elimine işleminden sonra işlem bazında elde kalan sıralama değeri, nihai sıralama değeri olarak atanır.”

Nihai Sıralama Yöntemi, Multimoora yaklaşımına ait sıralama mantığının tümünü değil sadece baskınlık ilkesini temel almaktadır. Diğer bir ifadeyle bu yöntem, Multimoora'daki sıralama mantığını baskınlık ilkesi noktasında kullanmakta, baz almaktadır. Multimoora yaklaşımında yer alan ilgili baskınlık ilkesi doğrultusunda atanamayan Multimoora sıralama değerlerinin ne şekilde atanabileceği konusu, Multimoora'daki sıralama mantığının bir diğer parçasını oluşturmaktadır. Nitekim, Brauers ve Zavadskas (2011: 182), bir döngüsel mantık içerisinde yer alan böyle bir durumda izlenecek yolun ne olabileceğini bir örnekle açıklamıştır. Brauers vd. (2013: 64-65) Multimoora yaklaşımına konu olan üç metodun, çok amaçlı optimizasyon içinde bütün olası metotları boyutsuz kriterle birlikte temsil ettiğini ve bu üç metodun her birinin birbirleri arasında daha iyi veya daha önemli olmadığını vurgulamıştır. Diğer yandan, bu alt bölümde atıfta bulunulmuş olan Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulamaya ilişkin adımlarından ilgili baskınlık ilkesinin ne şekilde temel alındığı anlaşılabilir. İlgili baskınlık ilkesi doğrultusunda sıralamanın yapılabilmesi için her iki yöntemde de kendi içlerinde birbirinden farklı üçer metoda ait sıralama değerleri daha önceden elde edilmiş olmalıdır.

5. TOPSIS YÖNTEMİ

TOPSIS yöntemi'nin alan yazın taramasında birçok tanımı bulunmaktadır. Örneğin; Roszkowska ve Wachowicz (2015: 920); TOPSIS'i, “çok kriterli karar problemlerini çözmek için kullanılan metotlardan biri” olarak, Zhu vd. (2014 :100) “her değerlendirilen nesneye belirli bir puan verebilen bir değerlendirme yöntemi” olarak; Jahanshahloo, Lotfi ve Izadikhah (2006: 1377) “alternatiflere ait sınırlı bir yığından kaynaklanan çözümleri tanımlamak için bir çoklu kriter metodu” olarak

tanımlamıştır. Bu makale çalışmasında TOPSIS yönteminin tanımlanmasındaki amaç, bu yöntemin Genç ve Masca (2013) ile birlikte Özdağoğlu (2013)'nin belirttiği şu özelliklerine dayanmaktadır:

TOPSIS metodunda alternatif opsiyonların belirli ölçütler yönünde ve ölçütlerin alabileceği minimum ve maksimum değerler arasında ideal çözüme göre mukayese edilme işlemi yapılmakta ve bu işleme göre bir sıralama elde edilmektedir (Genç ve Masca 2013: 543). TOPSIS metodunda her bir alternatifle ilişkisi olan kriter değerinin negatif ideal ve pozitif ideal çözüm grubundan uzaklıklarının tespit edilmesinde *Öklid Uzaklık Yaklaşımı*'ndan faydalanılmaktadır (Özdağoğlu 2013: 248). Diğer yandan, Hwang ve Yoon (1981:130-132), TOPSIS yönteminin altı adımdan oluştuğunu ifade etmiştir:

Adım-1) Karar Matrisinin Oluşturulması ve Normalize Edilmesi: Öncelikle karar matrisinin oluşturulması ve daha sonra oluşturulan bu matrisin normalize edilmesi; farklı özelliğe (veya kritere) sahip boyutları, özellikler (veya kriterler) üzerinden kıyaslama yapmaya izin veren boyutsuz özelliklere (veya kriterlere) çevirmeyi denemek anlamına gelmektedir. Burada, her kriterin eldeki kritere ait toplam sonuç vektörünün normuna bölünmesi, sonuç almanın tek yoludur. Normalize edilmiş karar matrisi (**R**)'nin bir elemanı olan r_{ij} şu şekilde hesaplanabilir:

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad (3)$$

Sonuç olarak, her özellik (kriter) aynı birim vektör uzunluğuna sahiptir.

Adım-2) Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Oluşturulması: Bu adımda karar verici tarafından $\underline{w} = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ şeklindeki bir grup ağırlık ilgili karar matrisine (**R**'ye) eklenir. Ağırlıklandırılmış karar matrisi, normalize edilmiş karar matrisi olan **R**'nin her sütunu ile bu sütunlarla ilişkili olan w_j ağırlık değerlerinin ayrı ayrı çarpılması ile hesaplanır. Dolayısıyla, Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi olan "**V**" şu şekilde gösterilebilir:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1j} & \dots & v_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{i1} & v_{i2} & \dots & v_{ij} & \dots & v_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mj} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1^r v_{11} & w_2^r v_{12} & \dots & w_j^r v_{ij} & \dots & w_n^r v_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1^r v_{i1} & w_2^r v_{i2} & \dots & w_j^r v_{ij} & \dots & w_n^r v_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1^r v_{m1} & w_2^r v_{m2} & \dots & w_j^r v_{mj} & \dots & w_n^r v_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım-3) İdeal ve Negatif-İdeal Çözüm Değerlerinin Belirlenmesi: İki yapay alternatif olan A^* ve A^- şu şekilde tanımlanır:

$$A^* = \{(\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\}$$

$$= \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} \quad (5)$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\}$$

$$= \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \quad (6)$$

Burada, $J = \{j = 1, 2, \dots, n | j \text{ fayda kriteri ile ilişkilidir}\}$.

$J' = \{j = 1, 2, \dots, n | j \text{ maliyet kriteri ile ilişkilidir}\}$.

Ayrıca, oluşturulan A^* ve A^- alternatifleri sırasıyla en çok tercih edilebilen alternatifi (ideal çözümü) ve en az tercih edilebilen alternatifi (negatif-ideal çözümü) göstermektedir.

Adım-4) İdeal ve Negatif-İdeal Çözüm Değerlerine Olan Uzaklıkların Hesaplanması: Her alternatif ile kendisine ait ilgili ideal veya negatif-ideal çözüm değeri arasındaki uzaklık n-boyutlu öklit uzaklığına bakarak ölçümlendirilebilir. İdeal çözüme ilişkin olarak, her alternatifin ilgili uzaklığını veren denklem şu şekildedir:

$$S_{i^*} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

Benzer şekilde, negatif-ideal çözüme ilişkin olarak her alternatifin ilgili uzaklığını veren denklem ise şu şekildedir:

$$S_{i^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Adım-5) İdeal Çözüme Göreli Oransal Yakınlık Değerlerinin Hesaplanması: İdeal çözüm (A^*)'e ilişkin olarak, A_i 'nin oransal yakınlık değeri şu şekilde tanımlanır:

$$C_{i^*} = S_{i^-} / (S_{i^*} + S_{i^-}), \quad 0 < C_{i^*} < 1, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

Denklem 9'daki yaklaşım da düşünülerek ilgili konu ele alındığında; $A_i = A^*$ olması durumunda, $C_i^* = 1$ olduğu ve $A_i = A^-$ olması durumunda ise $C_i^* = 0$ olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, C_i^* yaklaşımına ait sayısal değer eski durumuna göre 1'e daha yakın iken, bir A_i alternatifi eski durumuna göre ideal çözüme (A^* 'a) daha yakındır.

Adım-6) Alternatiflerin Sıralanması: Bu adımda ilgili bir grup alternatife ait C_i^* değerleri, büyükten küçüğe olacak şekilde sıralanarak önceliklendirme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Ayrıca; Hwang ve Yoon (1981:133-134), çalışmasında verdiği savaş uçağı karar problemi örneğinde, en büyük oransal yakınlık değerine sahip olan alternatifi birincil önceliğe sahip alternatif olarak ilk sırada ifade etmiştir. Bununla birlikte Hwang ve Yoon (1981: 131-132)'un ifade ettiği "Ideal Solution" (İdeal Çözüm) kavramı, Liu (2014: 2223-2224) tarafından "Positive Ideal Solution" (Pozitif İdeal Çözüm) olarak aktarılmıştır. Buradan hareketle, literatürde bu iki kavramın aynı anlama geldiğini söylemek mümkündür.

TOPSIS yöntemine ait uygulama adımları, bu yöntem kullanılarak çözüme kavuşturulması planlanan birçok problem için kritik düzeyde önem arz etmektedir. Bununla birlikte sayısal bir örüntüye sahip TOPSIS yöntemi sayesinde elde edilecek sonuçların sağlıklı olması, bu adımların tamamından oluşan ilgili sürecin doğru bir biçimde işletilmesine bağlıdır.

6. UYGULAMA

6.1. Çalışmanın Amacı ve Temel Hipotezi

Çalışmanın amacı, Yakıt (2015)'in *Nihai Sıralama Yöntemi*'nin uygulanması neticesinde; teknik gereksinimler bazında yer alan ve her biri bir tamsayı değeri yerine birden fazla tamsayı değerini barındıran üç nihai sıralama hücrelerinin, TOPSIS yöntemi kullanılarak tamsayı şeklindeki birer nihai sıralama değerini barındırır şekle kavuşturulmasıdır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için çalışmaya ait bir temel hipotez geliştirilmiştir. Bu hipotez, "Birer tamsayı şeklinde çıkmamış nihai sıralama değerlerinin satır değişkenleri bazında, birer tamsayı şeklinde atanmasında TOPSIS yöntemi kullanılabilir." biçimindedir.

6.2. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Nihai Sıralama Yöntemi'nin teknik gereksinimler için uygulanabilmesi, bu gereksinimler için hem ağırlıklandırılmış önemler etkisindeki yüzde önemlerin hem de AHP etkisindeki yüzde önemlerin elde edilmiş olması ön şartına bağlıdır. İlgili iki

farklı tekniğe ilişkin yüzde önemlerin elde edilebilmesi için ise, hedef müşterilerden sağlanan geri bildirimler önem taşımaktadır. Diğer yandan, Yakıt (2015: 49), Saaty (2004: 33)'nin ANP (Analitik Network Prosesi)'yi; AHP'nin bağımlılık ve geribildirim konusunda genelleştirilmiş şekli olarak gördüğünü aktarmıştır. Bu aktarımın yapıldığı sayfada Yakıt (2015), Saaty (2004)'nin bu görüşünü dikkate alarak; KFG içerisinde AHP'nin kullanılmasının ANP'nin kullanılmasına kıyasla KFG çalışmasının özele indirgenmesini sağladığını vurgulamıştır. Yazar bu vurgulamadan hemen sonra yine aynı sayfada, özele indirgenmiş bir KFG çalışmasının ilgili indirgeme yapılmamış bir KFG çalışmasına kıyasla daha kısa bir sürede bitirilebileceğini ve bu durumun da zamandan tasarruf sağlamak anlamına geldiğini savunmuştur.

Yakıt (2015)'in doktora tezinde yer alan ve teknik gereksinimler için Nihai Sıralama Yöntemi'nin uygulama sonuçlarını içeren çizelgedeki ilgili değerlerin TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi amaçlandığı için, ilgili doktora tezinin kapsamına giren bazı konuların, bu makale çalışmasının kapsamı ile ilişkili olması gerektiği düşünülmüştür. Bu konular temel olarak; AKE Asansör Malz. Paz. Ltd. Şti. (kısa şekliyle "AKE")'ndeki KFG ekibi tarafından belirlenmiş teknik gereksinimler, AKE'nin *Merkezi Kabin Kapısı* adlı ürününe ait hedef müşterilerinin kimler olduğu, KFG uygulamasında ağırlıklandırılmış önemler etkisinde ve AHP etkisinde hesaplanmış teknik gereksinimlere ait tüm yüzde önemler ve bu yüzde önemlerin bulunmasında kullanılan müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait yüzde önemler, İlişki Matrisi, *Merkezi Kabin Kapısı* adlı ürün için müşterilere ait kıyaslamalara bağlı olarak oluşturulmuş AHP Başlangıç Matrisi, Multimoora yaklaşımı, KFG uygulama mantığı şeklinde sayılabilmektedir.

Yakıt (2015)'in doktora tez çalışmasındaki nihai sıralama değeri birer tam sayı şeklinde çıkmamış en çok satır değişkeni (üç tane), sadece teknik gereksinimlere ait nihai sıralama değerinin hesaplanmasında ortaya çıkmıştır. Bu makalede, ilgili doktora tezinde birer tamsayı şeklinde çıkmayan teknik gereksinimlere ait üç nihai sıralama değerinin, TOPSIS tekniği ile birer tamsayı çıkacak şekilde sıralanabilmesinin sağlanması konu edinilmiştir. Bununla birlikte müşteri istek ve ihtiyaçlarına, mamul parçalarına, süreç işlemlerine ve mamulün fiziksel karakteristiklerine ait olan nihai sıralama değerleri bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

6.3. Çalışmanın Metodolojisi

Multimoora uygulanmadan önce gerçekleştirilmeyen fakat Nihai Sıralama Yöntemi uygulanmadan önce gerçekleştirilmesi gereken aşağıdaki aşamalar, Nihai Sıralama

Yöntemi ile Multimoora yaklaşımı arasındaki farklılığın ortaya konulmasında kritik düzeyde önem arz etmektedir:

Aşama-1) Hem ağırlıklandırılmış önemler hem de AHP etkisinde ayrı ayrı hesaplanmış olan yüzde önemlerin büyükten küçüğe doğru sıralanması, **Aşama-2)** Aşama-1’de ifade edilmiş olan tüm yüzde önemlerin satır değişkenleri bazındaki ortalamalarının hesaplanması, **Aşama-3)** Aşama-2’de ifade edilen ilgili ortalama değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması.

Ayrıca, Hwang ve Yoon (1981: 128), seçilen alternatiflerin ideal çözümden en kısa mesafede ve negatif-ideal çözümden en uzak mesafede olması gerektiği görüşüne dayanan TOPSIS yönteminin geliştirilmesinde kullanılan kaynaklardan birinin Yoon (1980)’un doktora tezi olduğunu belirtmiştir. TOPSIS yönteminin dayandığı ifade edilen bu görüş, bu makale çalışmasında TOPSIS yönteminin seçilmesindeki nedenlerden biridir.

Hwang ve Yoon (1981: 130), TOPSIS’in; karar matrisi içindeki her özelliğin (veya kriterin) faydayı monoton bir biçimde arttırmasında veya azaltmasında etkili olduğunu varsaydığını vurgulamış ve bütün kriterlerin eşit öneme sahip olduğu farz edilemediğinden ötürü, bu yöntemin karar vericiden bir grup ağırlık değeri teslim aldığını savunmuştur. TOPSIS yöntemi’nin bu makale çalışması için seçilmiş olmasındaki bir diğer neden, Hwang ve Yoon (1981)’in bu görüşü içerisinde yer alan; oluşturulmuş bir karar matrisinin var olması, her kriterin fayda üzerinde etkili olduğunun varsayılması, her kriterin eşit öneme sahip olduğunun varsayılmaması ve bu nedenle karar verici tarafından verilen ağırlık değerlerinin bu yöntem içerisinde kullanılması şeklindeki özelliklerin varlığıdır. Hangi tekniğin kullanılacağına seçilmesi esnasında, TOPSIS yönteminin dayandığı ifade edilen ilgili görüşün ve sahip olduğu ilgili özelliklerin bu yöntemi diğer çok kriterli karar verme teknikleri arasından bir adım öne çıkardığı düşünülmüştür. Diğer yandan, bu çalışmanın 6.4. *Teknik Gereksinimlere Ait Nihai Sıralama Değerlerinin İrdelenmesi* adlı alt bölümündeki Tablo 2’nin içeriğinde yer alan AHP öncesi (ağırlıklandırılmış önemler etkisinde) ve AHP sonrası (AHP etkisinde) hesaplanmış yüzde önemler için; kaynak verisi olarak, hedef müşterilere (AKE’nin ilgili Merkezi Kabin Kapısı adlı ürünün satışını ilk gerçekleştirdiği tarihten 30 Haziran 2013 tarihine kadar geçen süre içinde AKE’den ilgili ürünü satın almış tüm firmalarda (altı firmada) çalışan teknik personellere (Yakit, 2015: 123)) gönderilen anketlerden gerçekleşen geri dönüşler yoluyla elde edilmiş verilerin kullanılmış olduğu bu bölümde ifade edilmesi gereken önemli konulardan biridir.

6.4. Teknik Gereksinimlere Ait Nihai Sıralama Değerlerinin İrdelenmesi

Yakıt'ın doktora tezinde (Yakıt, 2015) yer alan ve teknik gereksinimlere ait olan nihai sıralama değerleri Tablo 2'de görülmektedir:

Tablo 2: Teknik Gereksinimlerin Nihai Sıralama Yöntemi'ne Göre Değerlendirilmesi

| Teknik Gereksinimler | AHP Öncesi Sıralama | AHP Sonrası Sıralama | AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama | NİHAİ SIRALAMA |
|---|---------------------|----------------------|--|------------------------|
| Büküm ve Kaynak İşinin Düzgünlüğü | 2 (%16,02737) | 6 (%11,73470) | 4 (%13,88104) | 4 veya 6 |
| Deliklerin Yerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçüm | 5 (%12,17811) | 7 (%9,23622) | 6 (%10,70717) | 5 veya 6 |
| Elektronik Malzeme Kalitesi | 3 (%14,45471) | 3 (%15,46677) | 3 (%14,96074) | 3 |
| Montajı Tamamlanan Komponentlerin Son Kontrolü | 1 (%16,92886) | 1 (%17,60394) | 1 (%17,26640) | 1 |
| Mekanizma Bağlantısının Sağlam Olması | 7 (%8,58107) | 5 (%11,91713) | 7 (%10,24910) | 7 |
| Motorun Kalite Kontrollerinin Yapılmış Olması | 6 (%10,96045) | 4 (%14,92312) | 5 (%12,94179) | 4 veya 5 veya 6 |
| Fiş Konağın Yerine Tam Oturması | 4 (%14,17154) | 2 (%17,28983) | 2 (%15,73069) | 2 |
| Boya Kalınlığının Standart Olması, Galvaniz Kalınlığının Kontrolü | 8 (%6,69787) | 8 (%11,82829) | 8 (%4,26308) | 8 |

Kaynak: (Yakıt, 2015: 223).

Tablo 2'de, "Büküm ve Kaynak İşinin Düzgünlüğü", "Deliklerin Yerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçüm" ve "Motorun Kalite Kontrollerinin Yapılmış Olması" adlı teknik gereksinimler için nihai sıralama değerlerinin birer tamsayı şeklinde çıkmadığı görülmektedir. Bu durumun çözüme kavuşturulması için çok kriterli karar verme tekniklerinden hangisinin kullanılabileceği üzerinde düşünülmüş ve bu makale çalışmasının 6.3. *Çalışmanın Metodolojisi* adlı bölümünde bahsedilen ilgili nedenler ışığında, TOPSIS yönteminin ilgili atamaların belirlenmesinde bir araç olarak kullanılabilmesi kanaatine varılmıştır.

6.5. Teknik Gereksinimlere Ait Sıralama Değerlerinin TOPSIS Tekniği İle Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde, *TOPSIS Tekniğinin Sıralama Türleri Bazında Uygulanması* üzerinde durulmuştur. TOPSIS tekniğinin sıralama türleri bazında uygulanabilmesi için öncelikle Tablo 2'de yer alan üç sıralama türüne (*AHP Öncesi*

Sıralamaya, AHP Sonrası Sıralamaya ve AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralamaya) ait sıralama değerlerini gösteren matrisin transpozesi alınarak Tablo 3’de yer aldığı şekilde Excel’e girilmiştir (Bakınız: Tablo 3). Daha sonra Excel’de, bu matrisin satır değişkenlerinin en üst kısmına bir satır eklenmiş ve üç sıralama türünde elde edilmiş olan yüzde önemlerin teknik gereksinimler bazındaki ortalamaları, eklenen bu satırda ilgili kısımlara ağırlık değerleri olarak işlenmiştir:

Tablo 3: Sıralama Türleri Bazında Gerçekleştirilen TOPSIS Uygulaması (I. Kısım)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | AĞIRLIK DEĞERLERİ → | 13,88104 | 10,70717 | 14,96074 | 17,26640 | 10,24910 | 12,94179 | 15,73069 | 4,26308 |
| 11 | | AHP Öncesi Sıralama | 2 | 5 | 3 | 1 | 7 | 6 | 4 | 8 |
| 12 | | AHP Sonrası Sıralama | 6 | 7 | 3 | 1 | 5 | 4 | 2 | 8 |
| 13 | | AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama | 4 | 6 | 3 | 1 | 7 | 5 | 2 | 8 |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | $\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}$ | 7,48331 | 10,48809 | 5,19615 | 1,73205 | 11,09054 | 8,77496 | 4,89898 | 13,85641 |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}$ | 0,26726 | 0,47673 | 0,57735 | 0,57735 | 0,63117 | 0,68376 | 0,81650 | 0,57735 |
| 19 | | | 0,80178 | 0,66742 | 0,57735 | 0,57735 | 0,45083 | 0,45584 | 0,40825 | 0,57735 |
| 20 | | | 0,53452 | 0,57208 | 0,57735 | 0,57735 | 0,63117 | 0,56980 | 0,40825 | 0,57735 |
| 21 | | | | | | | | | | |
| 22 | | Ağırlıklanmış r_{ij} Değerleri | 3,70986 | 5,10444 | 8,63759 | 9,96876 | 6,46891 | 8,84912 | 12,84405 | 2,46129 |
| 23 | | | 11,12959 | 7,14622 | 8,63759 | 9,96876 | 4,62065 | 5,89942 | 6,42203 | 2,46129 |
| 24 | | | 7,41973 | 6,12533 | 8,63759 | 9,96876 | 6,46891 | 7,37427 | 6,42203 | 2,46129 |

Çalışmanın devamında; $i = \text{satır numarası}$ ve $j = \text{sütun numarası}$ olmak üzere; sıralama türlerine ait sütun bazındaki değerlerin karelerinin toplamının karekökü, teknik gereksinimlere ilişkin ilgili faydanın ortaya koyulabilmesini mümkün kılmak amacıyla ilk olarak hesaplanmış ve Tablo 3’te bu değerler, (C16:J16) hücre aralığında gösterilmiştir. Örneğin; Tablo 3’teki C16 hücresindeki 7,48331 değeri, Excel 2010’un Türkçe versiyonunda “=KAREKÖK(TOPKARE(C11:C13))” formülüyle hesaplanmıştır. Daha sonra bu C16 hücresinin sağ alt köşesindeki + işareti kullanılarak J16 hücresine kadar -ki J16 hücresi de dahil olarak- bu formülün uyarlanarak uygulanması sağlanmıştır.

Tüm bu işlemlerin ardından r_{ij} değerlerinin bulunması ise bir sonraki aşamayı oluşturmaktadır. Bunun için; Tablo 3'te sıralama türlerine ait sütun bazındaki her bir değer, bağlı bulunduğu sütuna ait *kareler toplamının kareköküne* bölünmüştür. Örneğin; bu tabloda C18 hücresindeki 0,26726 değeri, “=C11/\$C\$16” formülüyle hesaplanmış ve bu hücrenin sağ alt köşesindeki + işareti kullanılarak C20 hücresine kadar -ki C20 hücresi de dahil olarak- ilgili formülün hücre bazda uyarlanması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aynı tabloda teknik gereksinimler bazındaki her r_{ij} değeri yine teknik gereksinimler bazındaki ilgili ağırlık değeri ile çarpılmış ve böylece “Ağırlıklandırılmış r_{ij} Değerleri” elde edilmiştir. Örneğin; C22 hücresindeki 3,70986 değerini veren Excel formülü “=C18*\$C\$10” şeklinde olup C22 hücresinin sağ alt köşesinde yer alan + işareti sayesinde C24 hücresine kadar -ki C24 hücresi de dahil olarak- ilgili formül uyarlanmıştır.

Diğer yandan Tablo 4'te; ağırlıklandırılmış r_{ij} değerleri kullanılarak hesaplanan pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme ilişkin uzaklık değerleri ile birlikte TOPSIS yönteminin sıralama türleri bazındaki nihai uygulama sonuçları yer almaktadır:

Tablo 4: Sıralama Türleri Bazında Gerçekleştirilen TOPSIS Uygulaması (II. Kısım)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|---|--|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | $\sqrt{\sum_{j=1}^m x^2_{ij}}$ | 7,48331 | 10,48809 | 5,19615 | 1,73205 | 11,09054 | 8,77496 | 4,89898 | 13,85641 | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x^2_{ij}}}$ | 0,26726 | 0,47673 | 0,57735 | 0,57735 | 0,63117 | 0,68376 | 0,81650 | 0,57735 | |
| 19 | | | 0,80178 | 0,66742 | 0,57735 | 0,57735 | 0,45083 | 0,45584 | 0,40825 | 0,57735 | |
| 20 | | | 0,53452 | 0,57208 | 0,57735 | 0,57735 | 0,63117 | 0,56980 | 0,40825 | 0,57735 | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | Ağırlıklandırılmış r_{ij} Değerleri | 3,70986 | 5,10444 | 8,63759 | 9,96876 | 6,46891 | 8,84912 | 12,84405 | 2,46129 | |
| 23 | | | 11,12959 | 7,14622 | 8,63759 | 9,96876 | 4,62065 | 5,89942 | 6,42203 | 2,46129 | |
| 24 | | | 7,41973 | 6,12533 | 8,63759 | 9,96876 | 6,46891 | 7,37427 | 6,42203 | 2,46129 | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | (S_{i+})'ler |
| 27 | | POZİTİF İDEAL ÇÖZÜME İLİŞKİN | 55,05236 | 4,16885 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 7,69553 |
| 28 | | UZAKLIKLARIN HESAPLANMASI | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 3,41607 | 8,70078 | 41,24243 | 0,00000 | 7,30474 |
| 29 | | | 13,76309 | 1,04221 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 2,17519 | 41,24243 | 0,00000 | 7,63040 |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | (S_{i-})'ler |
| 32 | | NEGATİF İDEAL ÇÖZÜME İLİŞKİN | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,41607 | 8,700776 | 41,24243 | 0 | 7,30474 |
| 33 | | UZAKLIKLARIN HESAPLANMASI | 55,05236 | 4,168854 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,69553 |
| 34 | | | 13,76309 | 1,042214 | 0 | 0 | 3,416067 | 2,175194 | 0 | 0 | 4,51626 |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | AHP Öncesi Sıralama | | | | | | | | | 0,48697 |
| 38 | | AHP Sonrası Sıralama | | | | | | | | | 0,51303 |
| 39 | | AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama | | | | | | | | | 0,37181 |

Tablo 4'te yer alan (C27:J29) hücre aralığındaki ilgili değerler hesaplanırken; ağırlıklandırılmış r_{ij} değerlerinin her birinden, ilgili r_{ij} değerinin içinde bulunduğu sütun bazındaki ilgili ağırlıklandırılmış r_{ij} değerlerinin en büyüğü çıkartılarak elde edilen sonuçların kareleri alınmıştır. Ayrıca, aynı tabloda (K27:K29) hücre aralığındaki S_i^* değerleri ise, (C27:J29) hücre aralığındaki değerlerin satır bazındaki toplamlarının karekökleri alınarak hesaplanmıştır. Örnek verilecek olursa; C27 hücresindeki 55,05236 değerini veren Excel formülü “=(C22-BÜYÜK(\$C\$22:\$C\$24; 1))^2” şeklinde, K27 hücresindeki 7,69553 S_i^* değerini veren Excel formülü ise “=KAREKÖK(TOPLA(C27:J27))” şeklindedir.

Tablo 4'teki (C32:J34) hücre aralığında yer alan ilgili değerler hesaplanırken; (C27:J29) hücre aralığındaki değerler hesaplanırken kullanılan ilgili mantığın aynısı tek bir mantıksal farklılıkla, (K32:K34) hücre aralığındaki değerler hesaplanırken ise, (K27:K29) hücre aralığındaki değerler hesaplanırken kullanılan ilgili mantığın aynısı herhangi bir mantıksal farklılık olmaksızın kullanılmıştır. (C32:J34)'deki değerlerin hesaplanmasında söz konusu olan ilgili farklılık; ağırlıklandırılmış r_{ij} değerlerinin her birinden, ilgili r_{ij} değerinin içinde bulunduğu sütun bazındaki ilgili ağırlıklandırılmış r_{ij} değerlerinin en büyüğü değil en küçüğünün çıkartılmasıdır. Örneğin; C32 hücresindeki 0 (sıfır) değerini veren Excel formülü “=(C22-KÜÇÜK(\$C\$22:\$C\$24; 1))^2” biçiminde, K32 hücresindeki 7,30474 S_i^- değerini veren Excel formülü ise, “=KAREKÖK(TOPLA(C32:J32))” biçimindedir.

Tablo 4'te yer alan (K37:K39) hücre aralığındaki *oransal yakınlık değerleri* hesaplanırken ise; bu çalışmanın “5. TOPSIS YÖNTEMİ” adlı bölümünde yer alan *Denklem 9* kullanılmıştır (Bakınız: *Denklem 9*). Örneğin; bu denkleme göre oluşturulan ve K37 hücresindeki 0,48697 değerini veren Excel formülü “=K32/(K27+K32)” şeklinde, K38 hücresindeki Excel formülü “=K33/(K28+K33)” biçiminde ve K39 hücresindeki Excel formülü “=K34/(K29+K34)” şeklindedir.

Tablo 4'te yer alan ve TOPSIS yönteminin sıralama türleri bazındaki oransal yakınlık değerlerini gösteren (K37:K39) hücre aralığı incelenmiş ve *AHP Sonrası Sıralama*'nın en büyük sayısal değere (0,51303) sahip olması sebebiyle fayda sağlama noktasında en iyi alternatif olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle de bu sıralama türünün ilgili teknik gereksinimler için öncelikle dikkate alınması gerektiği yargısına ulaşılmıştır. Dikkate alınma noktasında; bu sıralamayı sırasıyla, 0,48697 ikinci en büyük katsayı değeri ile *AHP Öncesi Sıralama* ikinci sıradan, 0,37181 katsayı değeri ile *AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama* üçüncü sıradan takip etmektedir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu makale, KFG tekniği içerisinde sıralama türlerinin değerlendirilmesinde Nihai Sıralama Yöntemi'nin kullanılması sonucu, nihai sıralama değeri birer tamsayı şeklinde çıkmamış üç teknik gereksinimin, TOPSIS tekniği kullanılarak sıralanması amacıyla meydana getirilmiştir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için; Yakıt (2015)'ın doktora tezinde yer alan çizelgedeki (Bakınız: Tablo 2) veriler, TOPSIS tekniğinin kullanımına ilişkin Excel'de bir model oluşturulması yoluyla değerlendirilmiştir.

Çalışmada; TOPSIS tekniği, sıralama türleri bazında uygulanmış ve hangi sıralama türünün fayda sağlama noktasında daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre; *AHP Sonrası Sıralama*, en avantajlı sıralama türüdür. Avantajlı olma noktasında, bu sıralama türünden sonra *AHP Öncesi Sıralama* ikinci sırada ve *AHP Öncesi ve AHP Sonrası Yüzde Önemlerin Ortalamasına Göre Sıralama* ise üçüncü sırada yer almaktadır.

Ayrıca, TOPSIS uygulaması sayesinde; *AHP Sonrası Sıralama*'da altıncı sırada yer alan “Büküm ve Kaynak İşinin Düzgünlüğü” adlı teknik gereksinimin nihai sıralamada da altıncı sırada, *AHP Sonrası Sıralama*'da dördüncü sırada yer alan “Motorun Kalite Kontrollerinin Yapılmış Olması” adlı teknik gereksinimin nihai sıralamada da dördüncü sırada yer alması gerektiği sonucuna varılmıştır. *AHP Sonrası Sıralama*'da “Deliklerin Yerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçüm” adlı teknik gereksinimin yedinci sırada yer aldığı ve yedinci sıranın başka bir teknik gereksinim için daha önceden atanmış olduğu gerçeğine dayanarak; *AHP Sonrası Sıralama*'yı 0,48697 yakınlık katsayı değeri ile ikinci sıradan takip eden *AHP Öncesi Sıralama*'nın, beşinci sıranın hangi teknik gereksinime ait olduğunun tespit edilmesinde dikkate alınma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu gereklilikten hareketle, *AHP Öncesi Sıralama*'da beşinci sırada yer alan “Deliklerin Yerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Ölçüm” adlı teknik gereksinimin, nihai sıralamada da beşinci sırada yer alması gerektiği tespit olunmuştur.

Bu çalışmada, satır değişkenleri bazında birer tamsayı şeklinde çıkmayan üç nihai sıralama değerinin yerine her bir satır değişkeni için bir tamsayı değeri atanabilmesini sağlamak amacıyla TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu amaca sahip söz konusu kullanımın, gelecekte farklı sektörlerde birbirinden farklı ürünler için gerçekleştirilecek KFG çalışmalarında ortaya çıkabilecek benzer durumlara yol göstermesi ve bu bağlamda potansiyel problemlere karşı önleyici bir örnek oluşturması temenni edilmektedir.

KAYNAKÇA

AKBABA, A., (2005), “Müşteri Odaklı Hizmet Üretiminde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) Yaklaşımı: Konaklama İşletmeleri için Bir Uygulama Çalışması” (“The Quality Function Deployment (QFD) Approach in Customer Focused Service Production: An Application Study for Hospitality Industry”), *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 16(1): 59-81.

ALPHONCE, C. B., (1997), “Application of the Analytic Hierarchy Process in Agriculture in Developing Countries”, *Agricultural Systems*, 53(1): 97-112, (doi: 10.1016/S0308-521X(96)00035-2).

BALEŽENTIS, A., Baležentis, T. ve Valkauskas, R., (2010), “Evaluating Situation of Lithuania in the European Union: Structural Indicators and Multimoora Method”, *Technological and Economic Development of Economy*, 16(4): 578-602.

BALEŽENTIS, T. ve Zeng, S., (2013), “Group Multi-Criteria Decision Making Based upon Interval-Valued Fuzzy Numbers: An Extension of the Multimoora Method”, *Expert Systems with Applications*, 40(2): 543-550.

BALEŽENTIS, T., Zeng, S. ve Baležentis, A., (2014), “Multimoora-IFN: A MCDM Method Based On Intuitionistic Fuzzy Number for Performance Management”, *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 48(4): 80-97.

BANG, W. ve Chang, B.-Y., (2013), “Quality Factor Analysis of Metalworking Process with AHP”, *International Journal of Production Research*, 51(19): 5741-5756, (doi: 10.1080/00207543.2013.793422).

BRAUERS, W. K. M., Kildienė, S., Zavadskas, E. K. ve Kaklauskas, A., (2013), “The Construction Sector in Twenty European Countries During The Recession 2008–2009 – Country Ranking By Multimoora”, *International Journal of Strategic Property Management*, 17(1): 58-78, (doi: 10.3846/1648715X.2013.775194).

BRAUERS, W. K. M. ve Zavadskas, E. K., (2006), “The MOORA Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy”, *Control and Cybernetics*, 35(2): 445–469.

BRAUERS, W. K. M. ve Zavadskas, E. K., (2010), “Project Management by MULTIMOORA as an Instrument for Transition Economies”, *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1): 5–24, (doi: 10.3846/tede.2010.01).

BRAUERS, W. K. M. ve Zavadskas, E. K., (2011), “Multimooora Optimization Used to Decide on A Bank Loan to Buy Property”, *Technological and Economic Development of Economy*, 17(1): 174–188, (doi: 10.3846/13928619.2011.560632).

CHADAWADA, R., Sarfaraz, A., Jenab, K. ve Pourmohammadi, H., (2015), “Integration of AHP-QFD for Selecting Facility Location”, *Benchmarking: An International Journal*, 22(3): 411-425, (doi: 10.1108/BIJ-06-2013-0064).

CHEN, L.-H. ve Ko, W.-C., (2010), “Fuzzy Linear Programming Models for NPD Using A Four-Phase QFD Activity Process Based on the Means-End Chain Concept”, *European Journal of Operational Research*, 201(2): 619-632.

CHIN, K.-S., Pun, K.-F., Leung, W. M. ve Lau, H., (2001), “A quality function deployment approach for improving technical library and information services: a case study”, *Library Management*, 22(4/5): 195-204.

DAI, J. ve Blackhurst, J., (2012), “A Four-Phase AHP–QFD Approach for Supplier Assessment: A Sustainability Perspective”, *International Journal Of Production Research*, 50(19): 5474-5490, (doi:10.1080/00207543.2011.639396).

DONG, Q. ve Saaty, T. L., (2014), “An Analytic Hierarchy Process Model of Group Consensus”, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 23(3): 362-374, (doi: 10.1007/s11518-014-5247-8).

GENÇ, T. ve Masca, M., (2013), “TOPSIS ve PROMETHEE Yöntemleri ile Elde Edilen Üstünlük Sıralamalarının Bir Uygulama Üzerinden Karşılaştırılması”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2): 539-566.

GUPTA, H., (2015), “Selection of Best Hospital for Surgery Using AHP”, *The IUP Journal of Operations Management*, 14(3): 18-32.

GÜLLÜ, E. ve Ulcay, Y., (2002), “Kalite Fonksiyonu Yayılımı ve Bir Uygulama”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1): 71-91.

HAFEEZ, K. ve Mazouz, A., (2011), “Using Quality Function Deployment as a higher education management and governance tool”, *Current Issues Of Business & Law*, 6(1): 31-52, (doi:10.5200/1822-9530.2011.02).

HALBLEIB, L., Wormington, P., Cieslak, W. ve Street, H., (1993), “Application of Quality Function Deployment to the Design of A Lithium Battery”, *IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology*, 16(8): 802-807.

HO, W., He, T., Lee, C. K. M. ve Emrouznejad, A., (2012), “Strategic Logistics Outsourcing: An Integrated QFD and Fuzzy AHP Approach”, *Expert Systems with Applications*, 39(12): 10841-10850.

HWANG, C. -L. ve Yoon, K., (1981), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, Springer-Verlag, Berlin. (doi: 10.1007/978-3-642-48318-9)

JAHANSHALOO, G. R., Lotfi, F. H. ve Izadikhah, M., (2006), “An Algorithmic Method to Extend TOPSIS for Decision-Making Problems with Interval Data”, *Applied Mathematics and Computation*, 175(2): 1375-1384, (doi:10.1016/j.amc.2005.08.048).

JOVANOVIĆ, B. ve Delibašić, B., (2014), “Application of Integrated QFD and Fuzzy AHP Approach in Selection of Suppliers”, *Management (ISSN: 1820-0222)*, Issue 72: 25-35, (doi: 10.7595/management.fon.2014.0018).

KARIMI, B. H., Mozafari, M. M. ve Asli, M. N., (2012), “Applying a Hybrid QFD-TOPSIS Method to Design Product in the Industry (Case Study in Sum Service Company)”, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(18): 3283-3288.

KARSAK, E. E., (2004), “Fuzzy Multiple Objective Decision Making Approach to Prioritize Design Requirements in Quality Function Deployment. *International Journal Of Production Research*, 42(18): 3957-3974.

LI, M., Jin, L. ve Wang, J., (2014), “A New MCDM Method Combining QFD with TOPSIS for Knowledge Management System Selection from The User’s Perspective in Intuitionistic Fuzzy Environment”, *Applied Soft Computing*, Volume 21: 28-37.

LIU, Q., (2014), “An Extended TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making Problems with Unknown Weight Based on 2-Dimension Uncertain Linguistic Variables”, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(5): 2221-2230, (doi: 10.3233/IFS-141186).

MEAN-SHEN, L., (2010), “A Refined and Integrated Kano Model and the Implementation of Quality Function Deployment - Research on the Library of A Vocational and Technical School in Southern Taiwan”, *International Journal Of Organizational Innovation*, 2(3): 305-335.

ÖZDAĞOĞLU, A., (2013), “Farklı Normalizasyon Yöntemlerinin TOPSIS'te Karar Verme Sürecine Etkisi”, *Ege Akademik Bakış (Ege Academic Review)*, 13(2): 245-257.

PAKDİL, F., Işın, F. B. ve Genç, H., (2012), “A Quality Function Deployment Application Using Qualitative and Quantitative Analysis in After Sales Services”, *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(12): 1397-1411.

PANG, J., Zhang, G. ve Chen, G., (2011), “Application of Aggregate Analysis for Product Design Quality Using QFD Model and TOPSIS”, *MECHANIKA (ISSN 1392 -1207)*, 17(6): 661-664.

ROSZKOWSKA, E. ve Wachowicz, T., (2015), “Application of fuzzy TOPSIS to scoring the negotiation offers in ill-structured negotiation problems”, *European Journal of Operational Research*, 242(3): 920-932.

SAATY, T. L., (1995), *Decision Making For Leaders: The Analytic Hierarchy Process For Decisions in A Complex World*, RWS Publications, Pittsburgh.

SAATY, T. L., (2004), “Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)”, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), pp. 1-35.

SAATY, T. L., (2007), “Time dependent decision-making; dynamic priorities in the AHP/ANP: Generalizing from points to functions and from real to complex variables”, *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7), pp. 860-891.

SAATY, T. L., (2008), “Decision Making with The Analytic Hierarchy Process”, *Int. J. Services Sciences*, 1(1), pp. 83-98.

SOFYALIOĞLU, Ç. ve Tunail, İ., (2012), “Kano Modelinin Kalite Fonksiyon Göçerimi Planlama Matrisinde Kullanımı”, *Ege Akademik Bakış (Ege Academic Review)*, 12(1): 125-135.

TUROF, M., (2011), “Methods Used in Planning Quality Management Systems - Quality Function Deployment Method”, *Economics, Management & Financial Markets*, 6(1): 602-609.

WIDANINGRUM, D. L., (2014), “The Importance of Take-Out Food Packaging Attributes: Conjoint Analysis and Quality Function Deployment Approach”, *EPJ Web Of Conferences*, (68): 1-7, (doi:10.1051/epjconf/20146800036).

YAKIT, O., (2015), Ürün Geliştirme Sürecinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçerimi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

YOON, K., (1980), *Systems Selection by Multiple Attribute Decision Making*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kansas State University, Manhattan, Kansas.

ZENG, S., Baležentis, A. ve Su, W., (2013), “The Multi-Criteria Hesitant Fuzzy Group Decision Making With Multimoora Method”, *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 47(3): 171-184.

ZHANG, F., Yang, M. ve Liu, W., (2014), “Using Integrated Quality Function Deployment and Theory of Innovation Problem Solving Approach for Ergonomic Product Design”, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 76: 60-74.

ZHU, X., Wang, F., Wang, H., Liang, C., Tang, R., Sun, X. ve Li, J., (2014), “TOPSIS method for quality credit evaluation: A case of air-conditioning market in China”, *Journal of Computational Science*, 5(2): 99-105, (doi: 10.1016/j.jocs.2013.02.001).