



## AHP VE TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE YARDIMA MUHTAÇ KİŞİLERİN SEÇİMİ

Danışment VURAL\* Erkan KÖSE\*\* Burcu ORALHAN\*\*\*

### ÖZET

Fakru zaruret içinde ve muhtaç durumda bulunan vatandaşlar ile gerektiğinde her ne suretle olursa olsun Türkiye'ye kabul edilmiş veya gelmiş olan kişilere yardım etmek, sosyal adaleti pekiştirici tedbirler olarak gelir dağılımının adilane bir şekilde tevzi edilmesini sağlamak, sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı teşvik etmek maksadıyla her il ve ilçede Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma (SYD) vakıfları kurulmuştur.

SYD Vakıflarına geçmiş yıllarda yapılan başvurular incelendiğinde vakıfların sahip oldukları kaynakların ihtiyacın tamamını karşılamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Mevcut durumda başvuru sahipleri arasından yardım yapılacak kişilerin seçimi vakıf mütevelli heyetinin subjektif değerlendirmelerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Oysa bu karar pek çok objektif ve subjektif kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren önemli bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir.

Yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesine yönelik olarak literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu kapsamda, bu çalışma ile Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yeni bir model önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), TOPSIS Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme, Sosyal Yardımlaşma, Vakıf

## SELECTION OF THE NEEDY PEOPLE BY AHP AND TOPSIS METHODS

### ABSTRACT

With the aim of helping the needy citizens and immigrants, allocating the income in a equitable manner by considering social justice measures and promoting social solidarity, Social Assistance and Solidarity (SAS) foundations were established in every province and district.

When the applications made to SAS Foundations in the past years are examined, it is observed that the foundations are insufficient to meet the needs with their resources. In the present case, the selection of the persons to be assisted among the applicants is carried out according to the subjective evaluations of the foundation trustee. However, this decision is an important Multi-Criteria Decision Making problem that requires the evaluation of many objective and subjective criteria together.

No studies have been found in the literature for the identification of those in need of assistance. In this context, this study proposed a new model in which the Analytical Hierarchy Method (AHP) and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) methods are integrated.

**Keywords:** Analytical Hierarchy Method (AHP), TOPSIS Method, Multi Criteria Decision Making, Social Assistance, Foundation

\* Dr. Kara Harp Okulu Endüstri ve Sistem Mühendisliği Bölümü, Bakanlıklar-Ankara, danismentv@yahoo.com

\*\* Doç.Dr. Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Müh.Fak. Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kayseri, ekose@nny.edu.tr

\*\*\* Dr.Öğr.Üyesi Nuh Naci Yazgan Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Kayseri, boralhan@nny.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Fakru zaruret içinde ve muhtaç durumda bulunan vatandaşlar ile gerektiğinde her ne suretle olursa olsun Türkiye'ye kabul edilmiş veya gelmiş olan kişilere yardım etmek, sosyal adaleti pekiştirici tedbirler alarak gelir dağılımının adilane bir şekilde tevzi edilmesini sağlamak, sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı teşvik etmektir. Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma (SYD) Vakıfları, 3294 sayılı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Kanunu hükümlerine istinaden Kanunun amacına uygun faaliyet ve çalışmalar yapmak üzere her il ve ilçede Türk Medeni Kanunu hükümlerine göre kurulmuştur. Halihazırda ülke genelinde 1.002 SYD Vakfı vatandaşlarımıza hizmet vermektedir. SYD Vakıflarının Gelirleri: Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Fonundan aktarılan miktardan, işletme/iştiraklerden elde edilecek gelirlerden ve diğer gelirlerden oluşmaktadır.

Her bir SYD Vakfı, kimlere yardım yapılacağı, yapılacak olan yardımların niteliği ve miktarını tamamen Mütevelli Heyeti tarafından belirlemektedir. SYD Vakıflarına geçmiş yıllarda yapılan başvurular incelendiğinde vakıfların sahip oldukları kaynakların ihtiyacın tamamını karşılamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Mevcut durumda başvuru sahipleri arasından yardım yapılacak kişilerin seçimi mütevelli heyetinin subjektif değerlendirmelerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Oysa bu karar pek çok objektif ve subjektif kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren önemli bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir.

ÇKKV; birçok kriteri birlikte değerlendirerek alternatiflere değerler atama süreci olarak ifade edilmektedir. ÇKKV, elde mevcut birden fazla, genellikle birbirleri ile çelişen alternatifler arasında bir tercih (değerlendirme, önceliklendirme, seçim gibi) yapma durumundaki karar vericilere bilgiler sunmaktadır. Kısaca tanımlamak gerekirse bir problem aşağıdaki şartları sağlıyorsa ÇKKV problemidir.

- En az iki çelişen kriter
- En az iki alternatif çözüm.

Çok kriterli karar verme yaklaşımları; çok nitelikli karar verme ve çok amaçlı karar verme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Eğer örnek problem alternatiflerin özellikleri belirlenerek puanlama sonucu en iyisinin seçimi esasına dayalı ise bu tip problemlere çok nitelikli karar verme problemi denmektedir. Çok amaçlı karar verme problemi ise çelişen amaçlara dayalı en iyi alternatifin seçimi ile ilgilidir.

Çok kriterli karar verme, birden fazla alternatif içerisinde en iyi tercihin seçilmesini sağlayan yöntemdir. Rasyonel bir karar verme ortamında en çok tercih edilen seçim, genellikle kısıtlar ve yönetimin amaçları doğrultusunda sınırlandırılmaktadır. Çok kriterli karar verme; teorik gelişimi ile birlikte pratik uygulamaları açısından da karar analizi alanında çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Güçlü bir mantık yapısı ile karar tespitlerindeki başarısıyla kendini kabul ettirmiş, geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Bu çalışmada yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesine yönelik olarak Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ve TOPSIS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yeni bir model önerilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında kurum yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda yardıma muhtaç kişilerin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterler

belirlenmiştir. İkinci aşamada uzman görüşleri esas alınarak AHP yöntemi ile belirlenen kriterlere ağırlık puanları atanmıştır. Çalışmanın son aşamasında TOPSİS yöntemi kullanılarak başvuru sahipleri yardıma muhtaçlık düzeylerine göre sıralamaya tabi tutulmuştur.

Önerilen modelin yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesi konusunda SYD Vakfı yöneticilerine önemli kolaylıklar sağlaması beklenmektedir. Ayrıca verilen kararlar bilimsel bir yöntemle dayalı olacağından şeffaflık ve açıklanabilirlik açılarından da çok önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde AHP ve TOPSİS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaların incelendiği literatür araştırması bölümü, müteakiben üç ve dördüncü bölümlerde sırası ile AHP ve TOPSİS yöntemleri ele alınmıştır. Beşinci bölümde gerçek verilere dayanan bir veri seti üzerinde önerilen modelin uygulamasına yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

ÇKKV problemlerinin çözümünde birden fazla yöntem kullanmak elde edilen sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini arttıran bir yaklaşımdır. Birbirlerini tamamlayıcı yöntemlerin bulunması bu iki yöntemin birlikte kullanılmasında en önemli sebeplerden birisidir. AHP yönteminin kriter ağırlıklarının belirlemedeki üstünlüğü ve TOPSIS yönteminin çok sayıda alternatifli ikili karşılaştırmalara ihtiyaç duymaksızın sıralamadaki becerisi, bu iki yöntemin farklı alanlardaki çalışmalarda birçok kez birlikte kullanılmasını sağlamıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin pek çok karar verme probleminde bütünleşik olarak kullanıldığı görülmektedir. Tsaur ve diğerleri (2002) havayolu hizmet kalitesini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada AHP-TOPSIS yöntemini birlikte kullanmışlardır. Tzeng ve diğerleri. (2005) Tayvan'daki toplu taşıma araçlarının yakıt modunun belirlenmesi probleminde AHP-TOPSIS-VIKOR yönteminden faydalanmıştır. Ustasüleyman (2009) AHP-TOPSIS yöntemini bankacılık sektöründeki hizmet kalitesini etkileyen faktörleri belirlemek ve bankaların müşteriye sunduğu hizmet performansını değerlendirmek için yaptığı çalışmada kullanmıştır. Madumjar ve diğerleri (2005) pamuk liflerinin kalite durumunun belirlenmesinde ELECTRE yöntemi ile beraber AHP-TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Fazlollahtabar ve diğerleri (2011) tedarikçi seçiminde AHP-TOPSIS yöntemi ile beraber çok amaçlı lineer olmayan programlama yönteminden faydalanmışlardır. Jabbarzadeh (2018) de tedarikçi seçiminde AHP-TOPSIS yöntemini kullanmış, bu maksatla tedarikçileri tecrübe, finansal denge, kalite performansı, insan gücü kaynakları, lojistik yeterlilik ve yürütülen mevcut projeler açısından değerlendirmiştir. Agrawal ve diğerleri (2018) bulanık mantık yaklaşımı ile AHP-TOPSIS yöntemini beraber kullanarak MBA eğitimi için enstitü seçimi probleminde çözüm aramışlardır. Singh ve Singh (2018) de bulanık mantık ile AHP-TOPSIS'i beraber kullanarak seyahat eden kişilerin rota seçimine katkıda bulunacak bir karar destek aracı oluşturmuşlardır. Nyimbili ve diğerleri (2018) sayısal harita uygulamaları da kullanarak AHP-TOPSIS ile deprem risk analizi oluşturmuşlardır. Çalışmalarında topoğrafya, deprem merkez üssüne olan uzaklık, toprağın sınıflandırılması, sınıvlaşma ve hata/odak mekanizması değerlerini kullanarak İstanbul Küçükçekmece bölgesini analiz etmişlerdir. Yurdakul ve İç (2005) performans ölçüm modelinin üretim şirketleri için geliştirilmesinde, Alp ve Engin (2011) trafik kazalarının sebepleri ile sonuçları arasındaki ilişkinin hesaplanması ve analiz edilmesinde, Supçiller ve Çapraz (2011) oluklu mukavva kutu üreticisinin tedarikçi seçiminde AHP-TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Lin ve diğerleri (2008) müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde, Rao ve Davim (2008) ve Satapathy ve diğerleri (2010) malzeme tasarımında, Tavana ve Marbini (2011) uzay uçuşu görev planlamasında, Joshi ve diğerleri (2011) perakende sektöründe performans değerlendirmesinde, Zolfani ve Antucheviciene (2012) takım üyesi seçiminde, Kutlu ve diğerleri (2012) seçmeli ders seçiminde, Ju ve Wang (2012) grup karar vericiler ile acil alternatif değerlendirmesinde, Ömürbek ve diğerleri (2015) kurumsal proje yönetim yazılım seçimi problemlerinde AHP ve TOPSIS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yardıma muhtaç kişilerin seçimine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle önerilen yöntemin literatüre önemli bir katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın her aşaması SGY Vakıflarında uzun yıllar yöneticilik yapmış uzman kişilerin görüşleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Yetkin kişilerin görüşlerine dayanarak yardıma muhtaç kişilerin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin belirlenmiş olması da literatüre önemli bir katkı olarak değerlendirilmektedir.

### 3. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ

1970'lerde Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP, birden çok kriter içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri (criteria / attributes / objectives), alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. AHP' in en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir (Saaty, 2000). Bir diğer ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. Yöntem Saaty' nin de Washington'da yedi yıl süreyle çalıştığı silahsızlanma ve uluslar arası anlaşmazlıkların (Kuzey İrlanda vb.) giderilmesinden; kaynakların devlet, özel ve uluslar arası kurumlara tahsis edilmesine kadar bir çok alanda uygulanmıştır (Saaty,1980:352).

#### 3.1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNİN AŞAMALARI

##### 3.1.1. Hiyerarşinin Geliştirilmesi (Ayrıştırma)

AHP' in ilk adımı ayrıştırma, bir karar probleminin daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayrıştırma sürecidir. Hiyerarşinin en tepesinde karar vericinin nihaî hedefi bulunur. Hiyerarşinin daha alt seviyelerinde bu nihaî hedefe ulaşmak için göz önüne alınması gereken kriterler sıralanır. Hiyerarşide aşağıya doğru inildikçe kriterlerin belirginliği artar. Hiyerarşinin en alt seviyesinde ise alternatifler yer alır. Karar hiyerarşisinin kurulmasında hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır.

Hiyerarşi onu etkileyen bileşenler arasındaki etkileşimi ve bu etkileşimin sistemin geneline olan tesirini gösteren bir yapıdır. Hiyerarşik yapının matematiksel boyutunu alt seviye elemanlarının bir üst seviyedeki kritere katkılarının oransal olarak hesaplanması oluşturmaktadır. Bu işlemler hiyerarşinin en üst hedefine kadar sürdürülerek her bir bileşenin sistemin geneline olan etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır.

##### 3.1.2 Karşılaştırmalı Yargılar (İkili Karşılaştırma)

Karşılaştırmalı yargılar veya ikili karşılaştırmalar AHP' in ikinci temel adımını oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma terimi iki faktörün/kriterin birbirleriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargısına dayanır.

İkili karşılaştırmalar, karar kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmıştır. Daha açık bir ifade ile, hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki elemana göre görece önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır.

Eğer hiyerarşinin belirlenen düzeyi karşılaştırılacak  $n$  eleman içeriyorsa toplam  $[n*(n-1)]/2$  adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Bu karşılaştırmalar matrisler şeklinde düzenlenir. Farklı kriterlerin Tablo-1' de gösterildiği gibi ikili karşılaştırmaları yapılarak bir matris oluşturulur. Matristeki  $w_i/w_j$  terimi, amaca ulaşmak için  $i$ . kriterin  $j$ . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir.

	Kriter 1	Kriter 2 ..	. Kriter n
Kriter 1	$w_1/w_1$	$w_1/w_2$ ....	$w_1/w_n$
Kriter 2	$w_2/w_1$	$w_2/w_2$ ....	$w_2/w_n$
·			
·			
Kriter n	$w_n/w_1$	$w_n/w_2$ ....	$w_n/w_n$

Tablo-1 : Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi Oluşturulması

İkili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında, başka bir ifade ile A kriterinin B kriterine göre ne kadar önemli olduğu karar vericiye sorulduğunda, karar verici Tablo-2’de gösterilen 1-9 puanlı tercih ölçeğinden faydalanmaktadır. Bu ölçeğin etkinliği farklı alanlardaki uygulamalar ve başka ölçeklerle yapılan teorik karşılaştırmalar sonucunda saptanmıştır (Evren ve Ülengin, 1992).

ÖNEM DERESESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük bir güvenilirliğe sahip.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

Tablo-2 : Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Ölçek

Saaty, AHP' in kullanılmasında doğrudan doğruya ilgili kişilerle yüz yüze anket yapıp, onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir. Söz konusu ilgili kişi veya kişiler mutlaka konunun uzmanı olmasalar bile en azından konuyu bilen, konuya aşina olan kişiler olmalıdır (Evren ve Ülengin, 1992).

### 3.1.3 Sentez

İkili karşılaştırma matrisleri geliştirildikten sonra karşılaştırılan her elemanın önceliğinin (görelî öneminin) hesaplanmasına geçilmektedir. AHP’ in bu bölümü “sentezleme” adıyla anılır. Sentez aşaması, en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir (Saaty,1980:352).

### 3.1.4 Nihai Karar

AHP' in son aşaması karar probleminin çözümlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada problemin ana hedefinin gerçekleştirilmesinde karar alternatiflerinin sıralaması olarak hizmet edecek bir karma (composite) öncelikler vektörü oluşturulur. Bu vektörü oluşturmak için her değişken için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalaması alınır. Elde edilen nihai öncelikler karar alternatif puanları olarak da adlandırılabilir ve karar vericinin alternatif tercihlerine ilişkin yargısal algılamalarının yoğunluğunu temsil eder.

İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty tarafından önerilen bir tutarlılık oranı (consistency ratio) kullanılmaktadır (Saaty, 1980:352). Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için, en büyük özdeğerinin ( $\lambda_{max}$ ), matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan en yaygın yöntem sırasıyla şu adımları takip eder.

- Kriterlerin göreceli önemlerini hesaplamak için, her bir satırın geometrik ortalaması alınarak “ $w_i$ ” sütun vektörü oluşturulur.
- Sütun vektörü normalize edilerek, göreceli önemler vektörü “ $W_i$ ” hesaplanır.
- Matristeki her bir satır göreceli önemler vektörü ile çarpılarak,  $V_2$  sütun vektörü elde edilir.
- Daha sonra bu vektörün her elemanı, göreceli önemler vektöründe karşı gelen elemana bölünerek  $V_3$  vektörü hesaplanır.
- $V_3$  sütun vektörünün aritmetik ortalaması en büyük özdeğer olan  $\lambda_{max}$ 'ı vermektedir.
- Son adım, tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının bulunmasıdır. Bu değerler;
  - Tutarlılık Göstergesi  $CI = (\lambda_{max}-n)/(n-1)$  (n=karşılaştırılan alternatif sayısı)
  - Tutarlılık Oranı  $CR=CI/RI$  (RI= Rastsallık Gösterge Değeri)

Saaty (1985) tarafından, 1-15 boyutundaki matrisler için geliştirilen rastsallık göstergeleri Tablo-3'de gösterilmiştir.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rastsallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Tablo-3 : Rastsallık Göstergeleri (Saaty, 1985)

Tutarlılık oranı her ikili karşılaştırma matrisi için hesaplanır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0.10'dur. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirilmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. Eğer yargıların tutarlılık oranı 0.10'un üstünde ise yargılar tutarsız kabul edilmektedir. Bu durumda yargıların kalitesinin iyileştirilmesi gerekir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir. Ancak bu işlemde başarısız olunursa, problemin daha doğru bir biçimde tekrar kurulması ve sürecin en baştan ele alınması gerekir.

## 4. TOPSIS YÖNTEMİ

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi Hwang ve Yoon (1981) tarafından çok kriterli karar verme tekniği olarak geliştirilmiştir. Hwang ve Yoon, TOPSIS yöntemini çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır.

## 4.1 TOPSIS Yönteminin Aşamaları

TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin ilk iki adımı ELECTRE yöntemi ile ortaktır. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır.

### 4.1.1 Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

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

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

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

### 4.1.2 Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

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

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

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

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

### 4.1.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $w_i$ ) belirlenir (Toplam  $w_i=1$ ). Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_i$  değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:



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

#### 4.1.4 İdeal (A\*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerininin büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (2)$$

formülünden hesaplanacak set  $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$  şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerininin küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (3)$$

formülünden hesaplanacak set  $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$  şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de  $J$  fayda (maksimizasyon),  $J'$  ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

#### 4.1.5 Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım ( $S_i^*$ ) ve Negatif İdeal Ayırım ( $S_i^-$ ) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım ( $S_i^*$ ) ölçüsü ve negatif ideal ayırım ( $S_i^-$ ) ölçüsüne ilişkin hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (4)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (5)$$

Burada hesaplanacak  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

#### 4.1.6 İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının ( $C_i^*$ ) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (6)$$

Burada  $C_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır ve  $C_i^* = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $C_i^* = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

## 5. UYGULAMA

### 5.1 Problemin Tanımı

SYDV'da kimlere yardım yapılacağı, yapılacak olan yardımların niteliği ve miktarı tamamen Mütevelli Heyeti tarafından belirlenmektedir. Gerçek ihtiyaç sahiplerinin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi SYDV'na ayrılan sınırlı kaynakların etkin kullanılabilmesi için son derece önemlidir. Ayrıca böylesi bir önceliklendirme, Mütevelli Heyetinin almış olduğu kararların şeffaf ve açıklanabilir olmasına da önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışma ile Kayseri SYDV'na sosyal yardım için müracaatta bulunan 5 başvuru sahibine, sosyal yardıma muhtaçlık düzeylerine göre öncelik derecesi atanmıştır. Bu kapsamda, Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ve TOPSIS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yeni bir model önerilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında kurum yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda yardıma muhtaç kişilerin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterler belirlenmiştir. İkinci aşamada uzman görüşleri esas alınarak AHP yöntemi ile belirlenen kriterlere ağırlık puanları atanmıştır. Çalışmanın son aşamasında TOPSIS yöntemi kullanılarak başvuru sahipleri yardıma muhtaçlık düzeylerine göre sıralamaya tabi tutulmuştur.

### 5.2 Değerlendirmede Kullanılan Kriterler

Kayseri SYDV yetkilileri ile yapılan görüşmeler neticesinde yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesinde kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Kriterlerden bazıları objektif bazıları ise subjektif kriterlerdir. Değerlendirme aşamasında objektif kriterler için "Önceliklendirmede Ham Verilerin Kullanılması", subjektif kriterler için ise "0-10 ölçeği" kullanılarak değerler atanmıştır. Kurum yetkilileri ile yapılan görüşmeler neticesinde belirlenen kriterler şunlardır:

- **Bakmakla yükümlü olduğu kişi sayısı (BY):**Müracaat sahibinin bakmakla yükümlü olduğu kişi sayısını göstermektedir. Objektif bir kriter olarak ele alınmıştır.
- **Sağlık durumu (SD):**Müracaat sahibinin kendisi veya bakmakla yükümlü olduğu kişiler

arasında sürekli bakıma muhtaç, kalıcı rahatsızlığı olan şahısların bulunması durumunda bu kriter için 0-10 ölçeğinde 10'a yakın değerler atanmış, herhangi bir rahatsızlığı bulunmayanlar için 0 değeri atanmıştır.

- **Yaş (YŞ):** Kişinin çalışabilir olması ile ilgili objektif bir kriter olarak ele alınmıştır.
- **Aylık toplam gelir (AG):** Müracaat sahibinin kendisinin veya aile bireylerinin aylık toplam gelirlerini göstermektedir. Objektif bir kriter olarak ele alınmıştır.
- **Mülkiyet durumu (MD):** Müracaat sahibinin kendisi veya bakmakla yükümlü olduğu kişilere ait her türlü taşınmaz mal bilgisini içermektedir. Taşınmazların toplam tutarı cinsinden objektif bir kriter olarak probleme dahil edilmiştir.
- **Okuyan çocuk sayısı (ÇS):** Müracaat sahibinin bakmakla yükümlü olduğu kişiler arasındaki öğrenci sayısını göstermektedir. Objektif bir kriter olarak ele alınmıştır.
- **Eş durumu (ED):** Subjektif bir kriter olarak ele alınmış ve 0-10 ölçeğinde değerler atanmıştır. Müracaat sahibi eşi ölmüş dul kadın ise 10'a yakın değerler atanmıştır.

### 5.3 Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerinin karar sürecine dâhil edebildiği AHP yöntemi ile problemin ana hedefi, kriterleri (criteria / attributes / objectives), alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellenmesi sağlanmıştır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Kayseri SYDV yetkililerinin görüşlerine başvurulmuştur. Kriter ağırlıkları belirlenirken grup kararı yöntemi kullanılmış ve grubun üzerinde uzlaştığı değerler karşılaştırma matrisine ikili karşılaştırma değeri olarak yansıtılmıştır. Elde edilen ikili karşılaştırma matrisi şu şekildedir:

KRİTERLER	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
BY	1,00	0,20	0,25	7,00	5,00	2,00	6,00
SD	5,00	1,00	2,00	8,00	4,00	7,00	7,00
YŞ	4,00	0,50	1,00	6,00	5,00	3,00	5,00
AG	0,14	0,13	0,17	1,00	0,50	0,25	1,00
MD	0,20	0,25	0,20	2,00	1,00	0,50	2,00
ÇS	0,50	0,14	0,33	4,00	2,00	1,00	4,00
ED	0,17	0,14	0,20	1,00	0,50	0,25	1,00

Tablo-4: Kriter İçin İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Kriter ağırlıklarını hesaplamak için daha önceki bölümde açıklanan AHP prosedürü uygulandığında elde edilen kriter ağırlıkları şu şekildedir:

KRİTERLER	KRİTERAĞIRLIKLARI(Wİ)
BY	0,149031
SD	0,383463
YŞ	0,254931
AG	0,031223
MD	0,055167
ÇS	0,092793
ED	0,033391

Tablo-5: Kriter Ağırlıkları

Tablo-5’de yer alan kriter ağırlıkları incelendiğinde karar vericiler için en önemli kriterin “Sağlık Durumu” kriteri olduğu anlaşılmaktadır. İkinci önemli kriter “Yaş” kriteridir. Kriter ağırlığı en az olan kriterise 0,033391 ağırlık değeri ile “Eş Durumu” kriteridir.

Tablo-4’de yer alan ikili karşılaştırmalar matrisi için hesaplanan tutarlılık oranı  $RI=0,03$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer ikili karşılaştırmalar matrisinin oldukça tutarlı olduğunu göstermektedir.

### 5.3 Yardıma Muhtaç Kişilerin Sıralanması

Bu çalışmada Kayseri SYDV’na müracaat eden yardıma muhtaç 5 başvuru sahibinin gerçek bilgileri kullanılmıştır. Gerçek kimliklerinin açıklanmasının uygun olmayacağı düşüncesi ile başvuru sahipleri A1-A5 kodları ile gösterilmiştir. Değerlendirmede kullanılan kriterlere göre A1-A5 kişilerine ait bilgiler Tablo-6’da gösterilmiştir. Tablo-6 da yer alan “Sağlık Durumu” ve “Eş Durumu” kriterleri sübjektif kriterlerdir. Bu kriterler için adayların durumuna uygun olarak 0-10 ölçeğinde değerler atanmıştır. SD kriteri için 10 değeri atanan başvuru sahibi kendisi veya bakmakla yükümlü olduğu kişiler arasında sağlık durumu açısından en kötü durumda olan müracaat sahibini göstermektedir. Eş durumu kriteri için atanan 10 değeri başvuru sahibin eşinin olmadığını veya eşinden hiçbir destek alamadığını göstermektedir. 5 değeri, eşinden ayrı ve kısmen destek alan başvuru sahibini, 0 değeri atanana ise eşleri ile ilgili herhangi bir problemi olmayan başvuru sahiplerini göstermektedir. Bu veriler ışığında A2 kodlu başvuru sahibinin durumu şöyledir: eşinden ayrı ve kısmen destek gören; okula giden 3 çocuğu bulunan; kendisi, anne ve babası ile birlikte bakmakla yükümlü olduğu kişi sayısı 6 olan; anne ve babasında önemli ölçüde sağlık problemleri bulunan; 38 yaşında; 850 TL toplam aylık geliri olan; kendisine veya bakmakla yükümlü olduğu kişilere ait herhangi bir taşınmazı bulunmayan müracaat sahibini göstermektedir.

	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
A1	4	9	63	700	0	2	0
A2	6	7	38	850	0	3	5
A3	5	0	45	1000	150000	2	0
A4	5	10	33	350	0	2	0
A5	7	5	42	700	120000	5	10

Tablo-6: Adayların Kriterler İçin Aldıkları Değerler

Eşitlik (3.1) kullanılarak elde edilen Standart Karar matrisi (R) aşağıda gösterildiği gibidir:

	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
A1	0,325515	0,563602	0,621029	0,416475	0	0,294884	0
A2	0,488273	0,438357	0,374589	0,505719	0	0,442326	0,447214
A3	0,406894	0	0,443592	0,594964	0,780869	0,294884	0
A4	0,406894	0,626224	0,325301	0,208237	0	0,294884	0
A5	0,569652	0,313112	0,414019	0,416475	0,624695	0,73721	0,894427

Tablo-7: Standart Karar Matrisi

Bir önceki bölümde elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak oluşturulan Ağırlıklandırılmış Karar matrisi (V) ise şu şekildedir:

	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
A1	0,048512	0,216121	0,15832	0,013003	0	0,027363	0
A2	0,072768	0,168094	0,095494	0,01579	0	0,041045	0,014933
A3	0,06064	0	0,113086	0,018576	0,043078	0,027363	0
A4	0,06064	0,240134	0,082929	0,006502	0	0,027363	0
A5	0,084896	0,120067	0,105546	0,013003	0,034462	0,068408	0,029866

Tablo-8: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Eşitlik (3.2) ve Eşitlik (3.3) kullanılarak hesaplanan Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm vektörleri sırası ile Tablo-9 ve Tablo-10'da gösterilmiştir. Pozitif İdeal Çözüm vektörü oluşturulurken AG ve MD kriteri açısından yardıma en çok muhtaç olan kişi aylık geliri en düşük olan ve herhangi bir taşınmazı bulunmayan kişi olacağından AG ve MD sütunundaki en küçük değerler seçilmiştir. Diğer kriterler için sütunlardaki en büyük değerler  $A^*$  vektörünün ilgili elemanlarıdır.

	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
$A^*$	0,084896	0,240134	0,15832	0,006502	0	0,068408	0,029866

Tablo-9: Pozitif İdeal Çözüm

Negatif İdeal Çözüm vektörü oluşturulurken AG ve MD kriteri açısından yardıma en az muhtaç olan kişi aylık geliri en yüksek olan ve en yüksek bedelli taşınmaz sahibi kişi olacağından AG ve MD sütunundaki en büyük değerler seçilmiştir. Diğer kriterler için sütunlardaki en küçük değerler  $A^-$  vektörünün ilgili elemanlarıdır.

	BY	SD	YŞ	AG	MD	ÇS	ED
$A^-$	0,048512	0	0,082929	0,018576	0,043078	0,027363	0

Tablo-10: Negatif İdeal Çözüm

Tablo-9 ve Tablo-10'da yer alan değerler kullanılarak her bir alternatif için hesaplanan pozitif ve negatif ayırım değerleri aşağıda gösterildiği gibidir:

	$S_i^*$	$S_i^-$
A1	0,067226	0,232978
A2	0,101695	0,176849
A3	0,25471	0,032504
A4	0,094068	0,244567
A5	0,135761	0,137599

Tablo-11: Pozitif ve negatif Ayırım Değerleri

Tablo-11’de yer alan değerler kullanılarak hesaplanan İdeal Çözümeye Yakınlık Değerleri (C\*) aşağıda gösterildiği gibidir:

	C*
A1	0,776065
A2	0,634904
A3	0,113169
A4	0,722215
A5	0,503361

Tablo-12: İdeal Çözümeye Yakınlık Değerleri

Tablo-12’deki değerler müracaat sahipleri arasında öncelikli olarak A1 kişisine yardım yapılması gerektiğini göstermektedir. İhtiyaç durumuna göre yardım yapılacak kişiler arasındaki öncelik ilişkisi şu şekilde olmalıdır:

$$A1 \gg A4 \gg A2 \gg A5 \gg A3$$

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut durumda SYDV’lerinbaşvuru sahipleri arasından kimlere yardım yapacağı, yapılacak olan yardımların niteliği ve miktarıvakıf mütevellii heyetinin subjektif değerlendirmelerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Oysa bu karar pek çok objektif ve subjektif kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren önemli bir ÇKKV problemidir.

ÇKKV, birçok kriteri birlikte değerlendirerek alternatiflere değerler atama süreci olarak ifade edilmektedir. ÇKKV, elde mevcut birden fazla, genellikle birbirleri ile çelişen alternatifler arasında bir tercih (değerlendirme, önceliklendirme, seçim gibi) yapma durumundaki karar vericilere bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışmada Kayseri SYDV’na müracaatta bulunanlar arasından yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesine yönelik olarak AHP ve TOPSIS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yeni bir model önerilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında Kayseri SYDV yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda yardıma muhtaç kişilerin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken 7 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler: Bakmakla yükümlü olduğu kişi sayısı (BY), Sağlık durumu (SD), Yaş (Yş), Aylık toplam gelir (AG), Mülkiyet durumu (MD), Okuyan çocuk sayısı (ÇS), Eş durumu (ED) kriterleridir.

İkinci aşamada Kayseri SYDV’da görevli uzman görüşleri esas alınarak AHP yöntemi ile belirlenen kriterlere ağırlık puanları atanmıştır. Elde edilen sonuçlar karar vericiler için en önemli kriterin “Sağlık Durumu” kriteri olduğunu göstermiştir. İkinci önemli kriter “Yaş” kriteridir. Kriter ağırlığı en az olan kriter ise 0,033391 ağırlık değeri ile “Eş Durumu” kriteridir.

Çalışmanın son aşamasında KSYDV’na müracaatta bulunan 5 başvuru sahibine ait gerçek veriler kullanılmıştır. Bu aşamada TOPSIS yöntemi kullanılarak başvuru sahipleri yardıma muhtaçlık düzeylerine göre sıralamaya tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar müracaat sahipleri arasında öncelikli olarak A1 kişisine yardım yapılması gerektiğini göstermiştir. Ayrılan kaynak durumuna göre diğer başvuru sahipleri de yardıma muhtaçlık düzeylerine

göre sıralamaya tabi tutulmuşlardır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yardıma muhtaç kişilerin seçimine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle önerilen yöntemin literatüre önemli bir katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın her aşaması SGY Vakıflarında uzun yıllar yöneticilik yapmış uzman kişilerin görüşleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Yetkin kişilerin görüşlerine dayanarak yardıma muhtaç kişilerin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin belirlenmiş olması da literatüre önemli bir katkı olarak değerlendirilmektedir.

Önerilen modelin yardıma muhtaç kişilerin belirlenmesi konusunda SYD Vakfı yöneticilerine önemli kolaylıklar sağlaması beklenmektedir. Ayrıca verilen kararlar bilimsel bir yöntemle dayalı olacağından şeffaflık ve açıklanabilirlik açılarından da çok önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

Agrawal, V., Tripathi, V. and Seth, N. (2018). B-School Selection by Fuzzy TOPSIS and AHP. *Intelligent Systems*, 929-955.

Alp, S. ve Engin, T. (2011). Trafik Kazalarının Nedenleri Ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS Ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi Ve Değerlendirilmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(19), 65-87.

Evren, R. ve F. Ülengin (1992). *Yönetimde Karar Verme*, İTÜ Matbaası No. 1478, İstanbul.

Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., Ashoori, M.T., Kaviani, S., and Amiri, N.M. (2011). A MultiObjective Decision-Making Process of Supplier Selection and Order Allocation For Multi-Period Scheduling In An Electronic Market, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52 (9-12), 1039-1052.

Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York.

Jabbarzadeh, A. (2018). Application of the AHP and TOPSIS in project management. *Journal of Project Management*, 3(2), 125-130.

Joshi, R., Banwet, D. K. and Shankar, R. (2011). A Delphi-AHP-TOPSIS Based Benchmarking Framework For Performance Improvement Of A Cold Chain, *Expert Systems With Applications*, 38 (8), 10170-10182.

Ju, Y. and Wang, A. (2012). Emergency Alternative Evaluation Under Group Decision Makers: A Method Of Incorporating DS/AHP With Extended TOPSIS, *Expert Systems With Applications*, 39(1), 1315-1323.

Kutlu, B. S., Abalı, Y. A. ve Eren, T. (2012). Çok Ölçütlü Karar Verme İle Seçmeli Ders Seçimi, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 5-25.

Lin, M. C., Wang, C. C., Chen, M. S. and Chang, C. A. (2008). Using AHP And TOPSIS Approaches In Customer-Driven Product Design Process, *Computers in Industry*, 59(1), 17-31.

Madumjar, A., Sarkar, B. and Madumjar, P.K. (2005). Determination of Quality Value of Cotton Fibre Using Hybrid AHP-TOPSIS Method of Multi-Criteria Decision-Making, *The Journal of The Textile Institute*, 96(5), 303-309.

Nyimbili, P., Erden, T. and Karaman, H. (2018). Integration of GIS, AHP and TOPSIS for Earthquake Hazard Analysis. *Natural Hazards*, 92(3), 1523-1546.

Ömürbek, N., Makas, Y. ve Ömürbek, V. (2015). AHP ve TOPSIS Yöntemleri İle Kurumsal Proje Yönetim Yazılım Seçimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 59-83.

Rao, R. V. and Davim, J. P. (2008). A Decision-Making Framework Model For Material Selection Using A Combined Multiple Attribute Decision-Making Method, *The*



*International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 35(7), 751-760.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L. (1985). *Analytical Planning*, RWS Publications, Pittsburg.

Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburg.

Satapathy, B. K., Majumdar, A. and Tomar, B. S. (2010). Optimal Design Of Flyash Filled Composite Friction Materials Using Combined Analytical Hierarchy Process And Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solutions Approach, *Materials & Design*, 31(4), 1937-1944.

Singh, S. and Singh, P. (2018). A Hybrid Decision Support Model Using Axiomatic Fuzzy Set Theory In AHP And TOPSIS For Multicriteria Route Selection. *Complex & Intelligent Systems*, 4(2), 133-143.

Supçiller, A.A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi (12.Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı)*, 13, 1-22.

Tavana, M. and Marbini, A. H. (2011). A Group AHP-TOPSIS Framework For Human Spaceflight Mission Planning At NASA, *Expert Systems With Applications*, 38 (11), 13588-13603.

Tsaur, S. H., Chang, T.Y. and Yen, C.H., (2002). The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, *Tourism Management*, 23(2), 107-115.

Tzeng, G.H., Lin, C.W. and Opricovic, S. (2005). Multi-Criteria Analysis of Alternative-Fuel Buses For Public Transportation, *Energy Policy*, 33 (11), 1373-1383.

Ustasüleyman, T. (2009). Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHSTOPSIS Yöntemi, *Bankacılar Dergisi*, 69, 33-43.

Yurdakul, M. and İÇ, Y. (2005). Development Of A Performance Measurement Model For Manufacturing Companies Using The AHP And TOPSIS Approaches. *International Journal of Production Research*, 43(21), 4609-4641.

Zolfani, S. and Antucheviciene, J. (2012). Team Member Selecting Based on AHP and TOPSIS Grey. *Engineering Economics*, 23(4), 425-434.