

## ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE BURSİYER SEÇİMİ: BİR ÖĞRETİM KURUMUNDA UYGULAMA

Yusuf Alper ABALI<sup>(\*)</sup>  
Batuhan Safa KUTLU<sup>(\*\*)</sup>  
Tamer EREN<sup>(\*\*\*)</sup>

**Özet:** Türkiye’de yüksek öğrenim gören öğrencilere yönelik olarak başta Yüksek Öğrenim Kredi ve Yurtlar Kurumu olmak üzere diğer kamu kurum ve kuruluşları ile çeşitli özel kişi ve kurumlar tarafından farklı ölçütler göz önünde bulundurularak burs ve yardım verilmektedir.

Burs ve yardım verilecek öğrencilerin belirlenmesi aşamasında çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Sürecinin kullanılması; hem objektif hem de subjektif değerlendirme ölçütlerini kullanması, değerlendirmelerin tutarlılığını test etmesi, çok sayıdaki ölçüte göre değerlendirilen alternatiflerin önceliklerini belirlemesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmada burs veya yardım alacak öğrencilerin belirlenmesinde göz önünde bulundurulacak ölçütlerin önceliği Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS ile saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bursiyer seçimi, çok ölçütlü karar verme, AHP, TOPSIS

### MULTICRITERIA DECISION MAKING METHODS WITH SELECTION OF SCHOLARSHIP HOLDER: APPLICATION IN AN EDUCATIONAL INSTITUTION

**Abstract:** The students at higher education are given scholarship depending on some criteria by especially General Directorate of Higher Education Credit and Hostels Institution and other public institutions, private ones and people.

The use Analytic Hierarchy Process (AHP) and TOPSIS which are two of multi purpose decision making process, while determining the students to be provided with scholarship has an important role in terms of using both objective and subjective evaluation, testing the validity of the evaluations, according to many criteria, determining the priority of the alternatives which have been evaluated. In this study, the criteria to be considered while determining the students who will be given scholarship have been taken into consideration with AHP and TOPSIS.

**Keywords:** Scholarship holder, Multicriteria decision making, AHP, TOPSIS

### I. Giriş

Günümüzde lisans ve yüksek lisans düzeyinde öğretim gören öğrencilere farklı kurum ve kuruluşlardan öğretim hayatları boyunca farklı destekler söz konusu olmaktadır. Öğretime destek veren kurumlar burs vermek üzere, seçilecek öğrencilere yönelik olarak çok farklı ölçütler sunmaktadırlar. Öğrencilerin de öğretim hayatları boyunca verilen bu desteklere ilgileri her

<sup>(\*)</sup>Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

<sup>(\*\*)</sup>Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

<sup>(\*\*\*)</sup>Yrd. Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

geçen gün artmaktadır. Öğrencilere üniversite hayatları sırasında verilen bu destekler öğretim hayatlarını kolaylaştırmakta ve toplum içerisinde bir fert olmalarına da yardımcı olmaktadır. Öğretime destek veren kuruluşlar öncelikle belirledikleri ölçütlere uygun öğrenci seçilmesine yardımcı olacak şekilde burs başvuru formu hazırlayarak üniversitelere göndermektedirler. Hazırlanan formlar öğrenci tarafından doldurulduktan sonra ön bir eleme yapmadan üniversitelerin bünyesinde danışmalar ve kurum temsilcileri ile beraber mülakat yapılarak ayrıntılı olarak doldurulmaktadır. Burs komisyonu üyelerince başvurular tek tek değerlendirilmektedir. Yapılan bu değerlendirmeler sırasında burs komisyonu üyeleri öğrencileri kontenjan dahilinde sıralama yaparak objektif ve tarafsız olmaya çalışarak değerlendirmektedirler. Yapılan değerlendirmeler ve elemeler çok uzun zaman ve emek gerektirmektedir (Hacıköylü 2006; Demirci ve Küçük, 2007; Küçük vd., 2008). Bu çalışmada da karar verme yöntemleri kullanılarak bursiyer öğrenci seçimi yapılacaktır.

Karar verme hayatın her aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Karar verme, genel olarak seçenek kümesinden, en az bir amaç doğrultusunda ve bir ölçüte dayanarak en uygun, mümkün bir ya da birkaç seçeneği seçme sürecidir. Buna göre karar verme süreci kara verici, seçenekler, ölçütler, çevresel etkiler, karar vericinin öncelikleri ve kararın sonuçları elemanlarını içerir. Karar verme süreci karar vericinin mevcut seçenekler arasından bir seçim, sıralama ya da sınıflandırma yapması şeklinde bitebilir. Bu aşamada en doğru kararı vermek için çok ölçütlü karar verme yöntemleri karşımıza çıkmaktadır. Belirli ölçütlerin genel olarak ikili karşılaştırmalarının esas alındığı çok ölçütlü karar verme yöntemleri en doğru kararın verilmesine sayısal verilerle yardımcı olmaktadır (Evren ve Ülengin, 1992; Dağdeviren ve Eren, 2001).

AHP ve TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanarak; Zanakis vd. (1998) karşılaştırmalı performansda, Han vd. (2003) proses tasarımı, Tzeng vd. (2005) Toplu taşıma araçları için alternatif yakıtlı otobüs seçiminde, Rao, (2006), malzemelerin işlenebilirliği değerlendirmede, Rao ve Davim (2006), malzeme seçiminde Sobczak ve Berry (2007), strateji seçiminde, Işıklar ve Büyüközkan (2007), Cep telefonu alternatifleri değerlendirmede, Kuo vd. (2008) üretim sistemlerinden akış tipi çizelgeleme probleminde, Lin vd. (2008) müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde, Kandakoglu vd. (2009) Deniz taşımacılık sektöründe nakliye kayıt seçiminde, Chen vd. (2009) arayüz tasarımı, Wu vd. (2009) bankada strateji seçiminde, Yousefi, ve Vencheh, (2010) İran otomobil sanayinin gelişme alanları konusuna veri zarflama analiziyle birlikte uygulamışlardır. Soltanmohammadi vd. (2010), madencilik sonrası arazi kullanımında, Satapathy vd. (2010), malzeme tasarımı, Fazlollahtabar (2010) ergonomik otomobil koltuk konforu tasarımı, Aalami (2010), ekonomide talep tepki program modelleme ve önceliklendirmede, Chang (2010) Üretim ortamında optimal tel kesiminde, Wang vd. (2011) tarım alanında sulama zamanlamasında, Tavana ve Marbini (2011) uzay uçuşu görev planlamasında, Joshi vd. (2011) Perakende sektöründe performans değerlendirmede, Ayala

(2011) sulama suyu fiyatlandırma alternatiflerini değerlendirmede, Özcan vd. (2011) ELECTRE yöntemiyle birlikte depo yeri seçiminde, Kocaoğlu vd. (2011) tedarikçi seçimi performans değerlendirmede, Fazlollahtabar vd. (2011) tedarikçi seçiminde, Ju ve Wang (2012) acil alternatif değerlendirme kullanmışlardır. Bu çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri seçmeli ders seçiminde kullanılacaktır.

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde verilen destek bursuna öğrenciler tarafından yapılan başvurular incelenmiştir. Kurumun belirlediği ölçütleri sağlayan öğrenciler arasından AHP ve TOPSIS teknikleri kullanılarak burs için başvuran öğrenciler incelenmiş ve en uygun öğrenci seçimi yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri hakkında genel bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde örnek uygulama anlatılacaktır. Son bölüm olan dördüncü bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilecek ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında öneriler sunulacaktır.

## II. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde AHP ve TOPSIS yöntemleri anlatılacaktır.

### A. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Her bir insan için aynı karar probleminde karar ölçütlerinin önem düzeyi ve karar seçeneklerinin değerlendirilmesinde yargılar farklılık gösterebilmektedir. Bu tür karar problemlerinin çözümünde analitik hiyerarşi süreci daha etkin karar verme imkânı sağlayabilmektedir. AHP kompleks kararlar ile başa çıkmak için yapılandırılmış bir tekniktir. Daha doğru bir tanım, AHP karar vericilerin bir kararına yardımcı olduğu en uygun yöntem ve kişinin kararları organize şekilde yapmaya çalıştığı bir süreçtir.

Matematik ve psikolojiye dayanarak AHP, Saaty (1980) tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir.

### B. TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bu teknik, pozitif ideal çözümden en kısa mesafe ve negatif ideal çözümden en uzak mesafe alternatiflerinin seçilmesine dayanmaktadır. Pozitif-ideal çözüm; ulaşılabilir bütün en iyi ölçütlerin bileşimidir. Negatif ideal çözüm ise ulaşılabilir en kötü ölçüt değerlerinden oluşur. Bu yöntemdeki tek varsayım, her ölçütün ya monoton artan ya da monoton azalan tek yönlü bir faydası olduğu varsayımdır. TOPSIS yöntemi 6 adımda oluşmaktadır:

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Adım 2: Standart karar matrisinin oluşturulması

Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması

Adım 4: İdeal ( $A^*$ ) ve negatif ideal ( $A^-$ ) çözümlerin oluşturulması

Adım 5: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Adımların detayları ele alınan problem üzerinde gösterilecektir.

### III. Burs Verilecek Öğrenci Seçimi

Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde 2011-201 öğretim döneminde maddi durumu iyi olmayan 1 öğrenciye burs verilecektir. Çalışmada bursun verileceği öğrencinin seçimi problemi ele alınacaktır.

#### A. Ölçütlerin Belirlenmesi

Burs verilecek öğrenci seçiminde etkili olan ölçütlerin belirlenmesinde beyin fırtınası yöntemi kullanılmıştır. Beyin fırtınası öğretim üyeleri ve öğrenciler ile yapılmıştır. Aşağıdaki ölçütler ortaya çıkmıştır:

1. Ailenin bakmakla yükümlü olduğu çocuk sayısı
2. Ailenin toplam aylık geliri
3. Anne-baba durumu
4. Ailenin sahip olduğu toplam mülk sayısı
5. Öğrencinin çalışma durumu

Ailenin bakmakla yükümlü olduğu çocuk sayısı (ABYOÇS): Ailenin bakmakla yükümlü olduğu çocuklar 18 yaşını doldurmamış ve 18 yaşını geçmiş olup öğretim hayatına devam eden çocuklardır.

Ailenin toplam aylık geliri (ATAG): Öğrencinin çalışan anne ve babasının toplam aylık geliridir.

Ailenin toplam aylık geliri (ATAG): Ailenin fertleri tarafından aylık gelen toplam para miktarı.

Anne-baba durumu (ABD): Öğrencinin anne ve babasının sağ veya ölü olduğu durum ile birlikte veya ayrı olduğu durumun incelenmesidir.

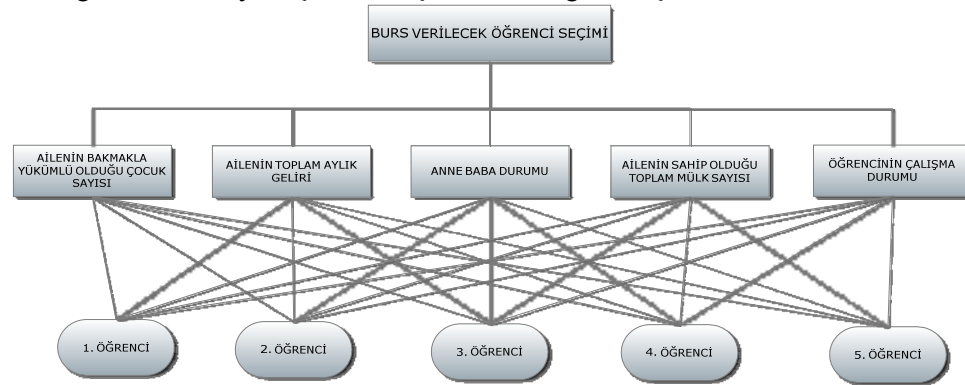
Ailenin sahip olduğu mülk sayısı (ASMS): Öğrencinin anne ve babasının sahip olduğu toplam mülk (ev, arsa vs) sayısıdır.

Öğrencinin çalışma durumu (ÖÇD): Öğrencinin herhangi bir kurumda sigortalı olarak çalışıp çalışmamasının incelenmesidir.

### B. Ölçütlerin AHP ile Ağırlıklarının Bulunması

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması:

Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde burs verilecek öğrenci seçimlerinde etkili olan faktörler; ailenin bakmakla yükümlü olduğu çocuk sayısı, ailenin toplam aylık geliri, anne-baba durumu, ailenin sahip olduğu mülk sayısı, öğrencinin çalışma durumudur. Bu ölçütler dikkate alındığında karar hiyerarşi modeli Şekil 1'deki gibi oluşturulur.



Şekil 1: Burs verilecek öğrenci seçimi probleminin hiyerarşik yapısı

Adım 2: Nisbi Önem Ölçeğinin Belirlenmesi:

Problemi hiyerarşik bir model olarak ifade ettikten sonra mevcut hiyerarşiyi oluşturan elemanlar birbirleriyle karşılaştırılır ve ağırlıkları belirlenir. Bu aşama bir sonraki aşamada yapılacak olan ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Yani ölçütlerin önem derecelerini belirlemek için bir ölçek belirlenir. Bu karşılaştırma işleminde kullanılan rakamların yorumlanmasındaki karmaşıklığı gidermek için Saaty (1980) tarafından ortaya atılan, "1 – 9 ölçeği" olarak önem skalası Tablo.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: AHP ölçeğinin dereceleri ve açıklamaları Saaty (1980)

Önem ölçeği	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahiptir
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir

## Adım 3: Ölçütlerin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:

Problemimizde burs verilecek öğrenci seçimine etkisi olan ailenin bakmakla yükümlü olduğu çocuk sayısı, ailenin toplam aylık geliri, anne-baba durumu, ailenin sahip olduğu mülk sayısı, öğrencinin çalışma durumu ölçütlerinin ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 3'deki gibidir. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra bu ölçütlerin her bir öğrenciye etkisini incelemek için ikinci aşama karşılaştırma matrisleri oluşturulur.

Tablo 2: Ölçütlerin seçeneklere göre önem ölçekleri

Ölçütler	Değerler	Önem Ölçeği
ABYOÇS	1	1
	2	3
	3	5
	4	7
	5+	9
ATAG	0-700	9
	701-1400	7
	1401-2100	5
	2101-2800	3
	2800+	1
ABD	Sağ Beraber	1
	Sağ Ayrı	3
	Baba Vefat	5
	Anne Vefat	7
	Anne ve Baba Vefat	9
ASMS	0	9
	1	7
	2	5
	3	3
	4+	1
ÖÇD	Çalışmıyor	9
	1-200	7
	201-400	5
	401-600	3
	601+	1

Burs verilecek öğrencilerden anket yardımı ile alınan bilgiler doğrultusunda her öğrenci için yukarıdaki ölçeğe göre puanlama yapılmıştır ve çözüm buna göre belirlenmiştir.

Tablo 3: Ölçütlerin karşılaştırma matrisi

	ABYOÇS	ATAG	ABD	ASMS	ÖÇD
ABYOÇS	1,00	0,56	0,71	1,67	5,00
ATAG	1,80	1,00	1,29	3,00	9,00
ABD	1,40	0,78	1,00	2,33	7,00
ASMS	0,60	0,33	0,43	1,00	3,00
ÖÇD	0,20	0,11	0,14	0,33	1,00

#### Adım 4: Öncelik Vektörünün Oluşturulması:

Bu aşamada ilk olarak ilişki matrisleri normalleştirilir. Normalleştirme işlemi, her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesi ile elde edilir. Daha önce elde ettiğimiz karşılaştırma matrisleri normalize edilir.

Normalleştirilmiş karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra matrisin satır değerlerinin ortalaması alınarak ağırlıkları belirlenmiş olur. Ardından bu ağırlık matrisleri ilgili olduğu ölçütün karşılaştırma matrisi ile çarpılarak öncelik vektörü elde edilir.(Tablo 4)

Tablo 4: Ölçütlerin öncelik vektörü

Ölçütler	Ağırlıklar
ABYOÇS	0.21
ATAG	0.32
ABD	0.27
ASMS	0.13
ÖÇD	0.06
TOPLAM	1.00

#### Adım 5: Tutarlılık Analizi:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad CI = \frac{n_{\max} - n}{n - 1}$$

Tablo 5’de n sayılarına göre rasgele sayılar gösterilmiştir. Bu formüllere dayanarak yaptığımız duyarlılık analizlerinin sonuçları Tablo 6’da ki gibidir.

Tablo 5 ve Tablo 6’da görüldüğü gibi CR değerlerinden hiçbiri 0.01 değerinden büyük değildir yani karar vericinin kararları tutarlıdır.

Tablo 5: *Rastgele indeks sayıları Saaty (1980)*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rassallık 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

Tablo 6. *Duyarlılık analizleri*

	ABYOÇS	ATAG	ABD	ASMS	ÖÇD	Ölçütlerin Karşılaştırılması
CI	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,11
RI	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
CR	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,10

Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi:

Tablo 7’de alternatiflere göre ağırlık matrisi verilmiştir. Ölçütlere göre ağırlık matrisi ise Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7: *Alternatiflere göre ağırlık matrisi*

	ABYOÇS	ATAG	ABD	ASMS	ÖÇD
1. ÖĞRENCİ	0,14	0,31	0,46	0,39	0,16
2. ÖĞRENCİ	0,24	0,24	0,14	0,13	0,21
3. ÖĞRENCİ	0,05	0,03	0,11	0,30	0,21
4. ÖĞRENCİ	0,14	0,10	0,21	0,13	0,21
5. ÖĞRENCİ	0,43	0,31	0,07	0,04	0,21

Tablo 8: *Ölçütlerin ağırlık matrisi*

Ölçütler	Ağırlıklar
ABYOÇS	0.21
ATAG	0.32
ABD	0.27
ASMS	0.13
ÖÇD	0.06

Bu ağırlıklar kullanılarak TOPSİS yöntemi uygulanacaktır.



## C. Problemin TOPSİS Yöntemi ile Çözümü:

## Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması:

Karar matrisi oluşturulurken satırlarda üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları (dersler), sütunlarda ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri (ölçütler) yer alır. Örnek için karar matrisi Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9. Karar matrisi

	ABYOÇS	ATAG	ABD	ASMS	ÖÇD
1. ÖĞRENCİ	14	31	46	39	16
2. ÖĞRENCİ	24	24	14	13	21
3. ÖĞRENCİ	5	3	11	30	21
4. ÖĞRENCİ	14	10	21	13	21
5. ÖĞRENCİ	43	31	7	4	21

## Adım 2: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması:

Karar matrisindeki ölçütlere ait puan veya özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınarak aşağıdaki formüle göre matris normalize edilir.

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

Tablo 10. Standart karar matrisi

R=	0,2626	0,6071	0,8508	0,7403	0,3560
	0,4502	0,4700	0,2589	0,2468	0,4672
	0,0938	0,0588	0,2035	0,5695	0,4672
	0,2626	0,1959	0,3884	0,2468	0,4672
	0,8066	0,6071	0,1295	0,0759	0,4672

## Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması:

Ağırlıklı standart karar matrisini oluşturmak için öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlıklar hesaplanmalıdır. Örnek için değerlendirme faktörlerinin ağırlıkları AHP yönteminde bulunan ağırlıklardır ve Tablo 11'deki gibidir.

Tablo 11. Değerlendirme faktörlerinin ağırlıkları

Ölçütler	Ağırlık
ABYOÇS	21
GD	32
ABD	27
MS	13
ÖÇD	6

Değerlendirme faktörlerinin ağırlıkları belirlendikten sonra standart karar matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili ağırlık değeri ile çarpılarak ağırlıklı standart matris oluşturulur. Alınan örnek için ağırlıklı standart matris Tablo 12'deki gibidir.

Tablo 12: Ağırlıklı standart matris

	5,5149	19,4286	22,9724	9,6245	2,1360
	9,4541	15,0415	6,9916	3,2082	2,8035
V <sub>ij</sub> =	1,9696	1,8802	5,4934	7,4034	2,8035
	5,5149	6,2673	10,4874	3,2082	2,8035
	16,9385	19,4286	3,4958	0,9871	2,8035

Adım 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 çözümün oluşturulabilmesi için ağırlıklı standart matristeki değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

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

Negatif ideal çözüm seti ise, ağırlıklı standart matristeki değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

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

Örnek için Amax ve Amin değerleri Tablo.13'deki gibidir.

Tablo 13: İdeal ve negatif ideal çözüm

A*maks	16,93853	19,42858	22,97244	9,624462	2,803463
A*min	1,969596	1,880186	3,495807	0,987124	2,135972

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması:

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktörü değerinin İdeal ve negatif ideal çözümlerden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. İdeal Ayırım ( $S_i^*$ ) ve Negatif İdeal Ayırım ( $S_i^-$ ) aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır.

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

Örnek için  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  değerleri Tablo 14'deki gibidir.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması:

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığı ( $C_i^*$ ) ya da diğer bir ifadeyle Pozitif-ideal çözüme olan benzerlikler; aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

Tablo 14: İdeal ayırım değerleri ve negatif ideal ayırım değerleri

$S_{1=}^*$	11,44314	$S_{1=}^-$	27,82909
$S_{2=}^*$	19,28263	$S_{2=}^-$	15,71102
$S_{3=}^*$	29,02524	$S_{3=}^-$	6,753146
$S_{4=}^*$	22,37777	$S_{4=}^-$	9,277757
$S_{5=}^*$	21,30594	$S_{5=}^-$	23,07511

Burada  $C_i^*$  değeri 0 ile 1 C aralığında değer alır ve  $C_i^*=1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $C_i^*=0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Örnek için  $C_i^*$  değerleri Tablo 15'deki gibidir.

Tablo 15: Karar noktalarının ideal çözüme yakınlıkları

$C_1^*$ =	0,71
$C_2^*$ =	0,448968
$C_3^*$ =	0,188749
$C_4^*$ =	0,293085
$C_5^*$ =	0,519932

Tablo 15'e göre en büyük değeri alan  $C_1$  (1. Öğrenci) noktası en iyi alternatif olarak belirlenir. Sonuç olarak 1. Öğrenciye burs verilir.

#### IV. Sonuçlar

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri araştırmacıların son yıllarda oldukça yoğunlaştığı konulardan biridir. Bu çalışmada çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak bursiyer öğrenci seçimi yapılmıştır. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP kullanılarak ağırlıklar belirlenmiş ve daha sonra TOPSIS yöntemi kullanılarak seçim yapılmıştır. Çalışma Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde verilen destek bursuna uygulanmıştır.

Bundan sonraki çalışmalarda AHP yönteminin daha gelişmiş hali olan analitik ağ prosesi yöntemiyle de problem çözülüp sonuçlar karşılaştırılabilir.

#### Kaynaklar

- Aalami H.A., Moghaddam M.P., Yousefi G.R (2010). Modeling and prioritizing demand response programs in power markets. *Electric Power Systems Research*, 80:4, 426-435.
- Ayala, J.G. (2011). Selecting irrigation water pricing alternatives using a multi-methodological approach. *Mathematical and Computer Modelling*, (basımda).
- Chang C.W., (2010). Collaborative decision making algorithm for selection of optimal wire saw in photovoltaic wafer manufacture. *Journal Of Intelligent Manufacturing*, (Basımda).
- Chen M.S., Lin M.C., Wang C.C., Chang C.A. (2009). Using HCA and TOPSIS approaches in personal digital assistant menu–icon interface design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39:5, 689-702.
- Dağdeviren M., Eren T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16:1-2, 41-52.
- Demirci, E. Küçük, B. (2007). Bursiyerlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yardımı ile Seçimi. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi*, 2-4 Temmuz, İzmir.
- Evren, R., Ülengin, F., (1992). Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme, İTÜ Yayınları, İstanbul.

- Fazlollahtabar H. (2010). A subjective framework for seat comfort based on a heuristic multi criteria decision making technique and anthropometry. *Applied Ergonomics*, 42:1, 16-28.
- Fazlollahtabar H., Mahdavi I., Ashoori M.T., Kaviani S., Amiri N.M. (2011). A multi-objective 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.
- Hacıköylü B.E. (2006). Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci İle Anadolu Üniversitesi'nde Beslenme Ve Barınma Yardımı Alacak Öğrencilerin Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Han F.Y., Jia X.P., Tan X.S. (2003). Two key support tools for environmentally friendly process optimal synthesis. *Computer Aided Chemical Engineering*, 15, 1274-1279.
- Hwang, C.L., Yoon, K., Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. Springer, Berlin Heidelberg, 1981.
- Işıklar G., Büyüközkan G. (2007). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives. *Computer Standards & Interfaces*, 29:2, 265-274.
- Joshi R., Banwet, D.K., 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., 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.
- Kandakoglu A., Çelik M., Akgün İ. (2009). A multi-methodological approach for shipping registry selection in maritime transportation industry. *Mathematical and Computer Modelling*, 49:3-4, 586-597.
- Kocaoğlu B., Gülsün B., Tanyaş M. (2011). A SCOR based approach for measuring a benchmarkable supply chain performance. *Journal Of Intelligent Manufacturing (Basımda)*.
- Kuo Y., Yang T., Cho C., Tseng Y.C. (2008). Using simulation and multi-criteria methods to provide robust solutions to dispatching problems in a flow shop with multiple processors, *Mathematics and Computers in Simulation*. 78:1, 40-56.
- Küçük B., Demirci, E., Keskintürk T. (2008). Bursiyerlerin Genetik Algoritma Tekniği Yardımı ile Seçimi. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği* 28. Ulusal Kongresi, 30 Haziran -2 Temmuz, İstanbul.
- Lin, M.C., Wang, C.C., Chen, M.S., Chang C.A. (2008). Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. *Computers in Industry*, 59:1, 17-31.

- Rao R.V., Davim, J.P. (2006). A decision-making framework model for material selection using a combined multiple attribute decision-making method. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 35:7-8, 751-760.
- Rao R.V. (2006). Machinability evaluation of work materials using a combined multiple attribute decision-making method. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 28: 3-4, 221-227.
- Özcan T., Çelebi N., Esnaf Ş. (2011). Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem. *Expert Systems with Applications*, 38:8, 9773-9779.
- Saaty, Thomas L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill International Book Company, New York.
- Satapathy B.K., Majumdar A., 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.
- Sobczak A., Berry D.M. (2007). Distributed priority ranking of strategic preliminary requirements for management information systems in economic organizations. *Information and Software Technology*, 49:9-10, 960-984.
- Soltanmohammadi H., Osanloo M., Bazzazi A.A. (2010). An analytical approach with a reliable logic and a ranking policy for post-mining land-use determination. *Land Use Policy*, 27, 364-372.
- Tavana M., Marbini A.H. (2011). A group AHP-TOPSIS framework for human spaceflight mission planning at NASA. *Expert Systems with Applications*, 38:11, 13588-13603.
- Tzeng G.H., Lin, C.W., Opricovic, S. (2005). Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, 33:11, 1373-1383.
- Wang F., Kang S., Du T., Li F., Qiu R. (2011). Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agricultural Water Management*, 98:8, 1228-1238.
- Wu C.R., Lin C.T., Lin Y.F. (2009). Selecting the preferable bancassurance alliance strategic by using expert group decision technique. *Expert Systems with Applications* 36:2, 3623-3629.
- Yousefi A., Vencheh A.H. (2010). An integrated group decision making model and its evaluation by DEA for automobile industry. *Expert Systems with Applications*, 37:12, 8543-8556.
- Zanakis S.H., Solomon A., Wishart N., Dublisch S. (1998). Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. *European Journal of Operational Research*, 107:3, 507-529.