

## AHP TEMELLİ VIKOR YÖNTEMİ İLE DOKTORA ÖĞRENCİ SEÇİMİ

Mustafa SOBA<sup>1</sup>  
Ali ŞİMŞEK<sup>2</sup>  
Esra ERDİN<sup>3</sup>  
Azize CAN<sup>4</sup>

### Öz

Bu çalışma da doktora öğrenci seçimi probleminin “Çok Kriterli Karar Verme” yöntemlerinden AHP temelli VIKOR yöntemi ile çözümlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmadaki uzman ekip Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Örneklem; Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümü doktora programına başvurmayı düşünen 6 adaydan oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan kriterler ilgili literatür taraması ve uzman görüşüne başvurularak oluşturulmuştur. Elde edilen kriterler, ALES (Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimine Giriş Sınavı), mezun olduğu süre, saha tecrübesi, sözlü mülakat ve YDS (Yabancı Dil Sınavı) şeklindedir. Çalışmanın sonucunda; en çok öneme sahip kriterlerin AHP yöntemi ile YDS ve ALES kriterleri olduğu belirlenmiştir. Alternatiflerin sıralaması, en iyi ve en kötü öğrenci adayların belirlenmesi ise VIKOR yöntemi ile yapılarak çalışma sonlandırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** ÇKKV, AHP, VIKOR, Doktora Öğrenci Seçimi

**Jel kodları:** D81, D81, D81, I23

**Türü:** Araştırma

Sosyal  
Bilimler  
Dergisi  
Sayı:50

## SELECTION PhD STUDENT USING VIKOR METHOD IN THE BASED OF AHP

### Abstract

The purpose of this study is to solve PHD student selection problem using AHP based VIKOR method, one of the “multi-criteria decision-making” methods. Specialists in problem consist of the academic members of Usak University Faculty of Economics and Administrative Sciences. Sampling, on the other hand, consists of 6 candidates who think applying to Institute of Social Sciences Business Department PHD programme. The criteria used in the study were built by referring to the related literature review and expert views. Obtained criteria are ALES (Academic Personnel and Post-graduate Education Entrance Exam), graduation time, field experience, interview, and YDS (Foreign Language Exam). As a result of the study AHP method and YDS and ALES were determined as the most important criteria. The study was ended by organizing the alternatives and identifying the best and the worst candidates using VIKOR method.

**Keywords:** MCDM, AHP, VIKOR, PhD Student Selection

**Jel codes:** D81, D81, D81, I23

**Article Type:** Research

1 Uşak Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, email: mustafa.soba@usak.edu.tr

2 Uşak Üniversitesi, Ulubey Meslek Yüksekokulu, email: ali.simsek@usak.edu.tr

3 Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi, email: esraerdin@gmail.com

4 Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi, email: azize\_can@hotmail.com

Makale Gönderim Tarihi: 09.06.2016

Makale Yayın Tarihi: 28.10.2016

## Giriş

Karar verme işlemi, karar vericinin bir seçimidir. Karar vermenin temelini; karar vericinin herhangi bir problem üzerinde düşünüp taşınarak ve eldeki alternatifler arasından kendi görüşüne hitap eden en doğru ve uygun olanı seçmesi oluşturmaktadır. Yapılmış olan seçim ve bunun uygulaması, karar vericinin başarılı olup olmadığını belirlemektedir. Karar verme işlemi bir sonuca/amaca yönelik olup karar da bir sonucu ifade etmektedir. Karar vericinin vermiş olduğu karar onun sonuçla ilgili tercihini göstermektedir (Ülgen ve Mirze, 2004, s. 357). Karar vericiler, kararlarının olası sonuçları konusunda bilgi eksikliği nedeniyle bazı zamanlarda sezgilerine başvururlar. Bu gibi durumlarda karar vericiler riskleri üstlenmiş olurlar. Risklerin minimum seviyeye çekilmesi için de, araştırma ve analiz çalışmaları yapılması gerekmektedir (Gürsakal, 2015, s. 245). Örucü (2013, s. 118-119) ve Gürsakal'a (2015, s. 246) göre; karar verme süreci 5 adımdan oluşmaktadır. Bunlar:

- i. Fırsat veya problemin belirlenmesi,
- ii. Alternatif hareket tarzların artırılması,
- iii. Alternatiflerin değerlendirilmesi,
- iv. En iyi alternatifin belirlenmesi ve uygulanması,
- v. Verilen kararın sonuçlarının denetlemesi ve geri bildirim yapılmasıdır.

Çok Kriterli Karar Verme (Multi-Criteria Decision Making; MCDM; ÇKKV) problemleri; birden fazla sayısal ve sözel veriler içeren, kriter ve amacın belirlenmesi durumlarını içermektedir. ÇKKV yöntemleri, nitel ve nicel stratejik ve taktiksel faktörleri aynı anda değerlendirmeye olanak sağlayan, karar verme sürecine birden fazla kişinin dâhil eden analitik bir yöntemdir (Görener, 2009, s. 99). ÇKKV problemleri; seçim, sınıflama ve sıralama problemleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır. ÇKKV problemleri ve yöntemler Şekil 1'de gösterilmektedir (Timor, 2011, s. 16; Turan, 2014, s. 19).



Şekil 1: Çok Kriterli Karar Verme Problemleri

**Kaynak:** Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, 1. Baskı, Türkmen Yayıncılık,

İstanbul, s. 16; Turan, G. (2014). “**Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri**”, **Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri**, 1. Baskı, (Ed: B. F. Yıldırım ve E. Önder), Dora Yayıncılık, Bursa, s. 19.

Araştırmanın ana problemi olan doktora öğrenci seçimini açıklayabilmek için bu çalışmanın neden yapıldığının ortaya konulması gerekmektedir. Doktora öğrenci seçimi ile ilgili; AHP, TOPSIS ve WP yöntemleri (Altunok vd., 2010), Bulanık AHP yöntemi (Kumova ve Demirbatır, 2012) ve ampirik (Çiçekli ve Karaçizmeli, 2013) çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

Bu ana probleminin çözümünde tercih edilen AHP temelli VIKOR yöntemi ile **performans değerlendirme** (Wu vd., 2012; Acun ve Eren, 2015; Demirçanlı ve Kundakçı, 2015), çevre güvenlik açığı değerlendirilmesi (Chang, 2013), **en iyi fason işletme seçimi** (Tayyar ve Arslan, 2013), **lojistik köylerin sıralanması** (Önder ve Yıldırım, 2014), **otel seçimi** (Uygurtürk ve Uygurtürk, 2014), **portföy seçimi** (An vd., 2015), ürün geliştirme ortakları değerlendirmesi (Büyüközkan ve Görener, 2015), **finansal performans değerlendirme** (Chang ve Tsai, 2015), **proje seçimi** (Karaman ve Çerçioğlu, 2015), **altyapı seçimi** (Martin-Utrillas vd., 2015), **sürdürülebilirlik değerlendirmesi** (Ren vd., 2015), **elektrik tedarik planlaması** (Yusta ve Rojas-Zerpa, 2015) ve **tasarım konsepti değerlendirmesi** (Zhu vd., 2015) alanlarında çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmanın ana problemi ile tercih edilen ÇKKV yönteminin birlikte çözümlendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmanın ilk bölümünde, literatür taramasına yer verilirken; ikinci bölümünde kavramsal çerçeveden bahsedilmiş, son bölümde ise uygulamanın açıklaması yapılmıştır.

## 1. Literatür Taraması

Bu bölümde; öğrenci seçimi, AHP temelli VIKOR yöntemi ve AHP temelli VIKOR yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar özetlenerek Tablo 1’de gösterilmektedir. Öğrenci seçimi ile ilgili çalışmalar (Altunok vd., 2010; Çiçekli ve Karaçizmeli, 2013; Kumova ve Demirbatır, 2012) geniş bir şekilde özetlenmiştir. Altunok vd., (2010, s. 1-15) çalışmalarında, Türk Askeri Akademisi Savunma Bilimleri Enstitüsü mezunlarının lisansüstü eğitime başvuran adayların seçiminde ÇKKV yöntemleri ile sıralanması amaçlanmaktadır. Sıralama işlemi için; AHP (Analytic Hierarchy Process; Analitik Hiyerarşi Prosesi), TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution; İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Yöntemi) ve WP (Weighted Product; Ağırlıkçı Çarpım) yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada belirlenen kriterler; başvuru derecesi, İngilizce sınav sonucu, mülakat, mezuniyet derecesi, yüksek lisans ve mezun olunan süre şeklindedir. Çalışmanın sonucu, yöntemlerin arasında sapma miktarı en az olanının sıralanmasına göre belirlenmiştir. En az sapma miktarının AHP yönteminde (5,307) çıktığı belirtilmiştir (WP: 6,693 ve TOPSIS: 8,540). Sonuç olarak kullanılan yöntemler içinde en iyisinin **AHP yöntemi** olduğu görülmektedir. Çiçekli ve Karaçizmeli (2013, s. 77-103) çalışmalarında, öğrencilerin sadece genel not ortalaması ile değil daha fazla kriterle başarılarının ölçülmesini ve bu şekilde en başarılı öğrencilerin tespit edilmesini amaçlamışlardır. Çalışma örneklerini Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler

**Tablo 1: Literatür Taraması**

Çalışma Alanı/ Yöntemi	Yazarlar	Yöntem/Konu
<b>Öğrenci Seçimi İle İlgili Çalışmalar</b>		
<b>Öğrenci Seçimi</b>	Altunok vd., (2010, s. 1-15)	AHP, TOPSIS, WP
	Kumova ve Demirbatır, (2012, s. 103-127)	Ampirik
	Çiçekli ve Karaçizmeli, (2013, s. 77-103)	Bulanık AHP (BAHP)
<b>AHP Temelli VIKOR Yöntemi İle İlgili Çalışmalar</b>		
<b>AHP Temelli VIKOR Yöntemi</b>	Wu vd., (2012, s. 856-880); Acun ve Eren, (2015, s. 13-29); Demircanlı ve Kundakçı, (2015, s. 105-129)	Performans Değerlendirme
	Chang, (2013, s. 1051-1056)	Çevre Güvenlik Açığı Değerlendirilmesi
	Tayyar ve Arslan, (2013, s. 340-358)	En İyi Fason İşletme Seçimi
	Önder ve Yıldırım, (2014, s. 239-314)	Lojistik Köylerin Sıralanması
	Uygurtürk ve Uygurtürk, (2014, s. 103-117)	Otel Seçimi
	An vd., (2015, s. 198-210)	Portföy Seçimi
	Büyüközkan ve Görener, (2015, s. 220-237)	Ürün Geliştirme Ortakları Değerlendirmesi
	Chang ve Tsai, (2015, s. 21-46)	Finansal Performans Değerlendirme
	Karaman ve Çerçioğlu, (2015, s. 567-576)	Proje Seçimi
	Martin-Utrillas vd., (2015, s. 30-38)	Altyapı Seçimi
	Ren vd., (2015, s. 842-853)	Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi
	Yusta ve Rojas-Zerpa, (2015, s. 557-571)	Elektrik Tedarik Planlaması
	Zhu vd., (2015, s. 408-418)	Tasarım Konsepti Değerlendirmesi
<b>AHP Temelli VIKOR Yöntemi ile Diğer Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar</b>		
TOPSIS	Ahmadı vd., (2010, s. 223-243)	Bakım Stratejisi Seçimi
ELECTRE	Kuru ve Akın, (2012, s. 129-144)	En Uygun Yönetim Sisteminin Seçilmesi
MOORA	Aktepe ve Ersöz, (2014, s. 2-15)	Depo Yeri Seçimi
DEA-TOPSIS	Pekkaya ve Aktogan, (2014, s. 107-125)	Dizüstü Bilgisayar Seçimi
TOPSIS	Ömürbek vd., (2014, s. 189-207); Karaatlı vd., (2014, s. 25-61)	Performans Değerlendirme
ANP-SAW	Pourkhabbaz vd., (2014, s. 1005-1016)	Uygunluk Analizi
TOPSIS-ELECTRE	Ağaç vd., (2015, s. 79-113)	Serbest Bölge Yer Seçimi

TOP-SIS-BTOP-SIS-BVIKOR	Koçak ve Çoğurcu, (2015, s. 1-42)	Performans Değerlendirme
DEMATEL	Liu vd., (2015, s. 763-782)	Risk Değerlendirme
AHP-BVI-KOR	Subbiah vd., (2015, s. 519-530)	Parlatma Aracı Seçimi

Fakültesi İşletme Programı II. Sınıf öğrencileri olarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında ders performansı, sosyal performans ve genel kültür olmak üzere üç ana kriter belirlemişler ve BAHF (Fuzzy Analytic Hierarchy Process; Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında odak grupların verdiği puanlara göre en önemli kriteri 31.29 puanla **genel not ortalaması** olarak tespit etmişler ve sonuç olarak, çoklu kriterler kullanılarak seçim yapmanın başarı sıralamasını önemli şekilde değiştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Kumova ve Demirbatır (2012, s. 103-127) çalışmalarında, üniversitelerde yapılan özel yetenek sınavlarının incelenerek birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma verileri özel yetenek sınav kılavuzları, İnternet siteleri ve ilgili kişilerle yapılan görüşmeler sonucu elde edilmiş ve bu veriler istatistiksel yöntemler kullanarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak uygulanan özel yetenek sınavlarının **biçim** olarak birbirlerinden **farklı** olduğu ve sınav değerlendirme yöntemlerinin başarı puanlarını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

## 2. Kavramsal Çerçeve

Bu bölümde, AHP ve VIKOR yöntemlerinin aşamaları açıklanmaktadır.

### 2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Saaty tarafından ortaya atılan AHP yöntemi, 1977 yılından itibaren karar verme problemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem, bir problem için oluşturulan karar matrisindeki kararı etkileyen kriterlerin ve alternatiflerin yüzde olarak dağılımını gösteren bir karar verme ve tahminleme yaklaşımıdır (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004, s. 132). AHP yönteminde, bir problem durumu için oluşturulan hiyerarşik yapıdaki kriterlerin kendi içindeki ve kriterlerin alternatifler üzerindeki önem faktörleri (Saaty'nin 1-9 skalası) belirlenmektedir (Yaralıoğlu, 2001, s. 131). AHP yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır. Bunlar:

**1. Adım (Hiyerarşik Yapı):** Karar vericiye hiyerarşik bir yapının oluşturulması; kriterleri ve alternatifleri etkili bir şekilde karşılaştırma imkânını sunmaktadır (Lee ve Hwang, 2010, s. 162). Hiyerarşik yapının en tepesinde amaç yer almaktadır (Pineda-Henson, Culaba ve Mendoza, 2008, s. 17). Nihai amacın bir altında, problemi çözmek için gerekli kriterler ve en alt kısımda ise alternatifler bulunmaktadır (Braunschweig ve Becker, 2004, s. 79). Bu aşamada karar verme problemi, temel yapı taşlarına ayrıştırılarak hiyerarşik bir yapı haline dönüştürülmektedir (Şengül, vd., 2012, s. 145).

**2. Adım (İkili Karşılaştırma Matrisi ve Göreceli Önem Ağırlık Değerleri):** Bu adımda, kriterlerin göreceli önem ağırlık değerleri verilmekte ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır (Sharma, Moon ve Bae, 2008, s. 258). Kriterlerin ikili karşılaştırma değerleri, karar vericilerin bilgi, deneyim ve uzmanlığına dayanmaktadır (Chandran, Golden ve Wasil, 2005, s. 2236). Kriterler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi “X” ile gösterilmektedir (Saaty, 1990, s. 262).

$$X = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_j \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_j \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_i/w_1 & w_i/w_2 & w_i/w_3 & \dots & w_i/w_j \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisindeki kriterlerin değerleri Tablo 2’deki 1-9 skalası temelinde verilmektedir (Saaty, 1986, s. 843; Triantaphyllou ve Mann, 1995, s. 35).

**Tablo 2: İkili Karşılaştırma Yönteminde Kullanılan 1-9 Skalası**

Dereceler	Tanım
1	Eşit Önemli
3	Biraz Daha Fazla Önemli
5	Kuvvetli Derece Önemli
7	Çok Kuvvetli Derece Önemli
9	Aşırı Derece Önemli
2-4-6-8	Ara (Ortalama) Değerler

Sosyal  
Bilimler  
Dergisi  
Sayı:50

**Kaynak:** Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making

Why Pairwise Comparisons Are Central in Mathematics For The Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process, *Review of The Royal Spanish Academy of Sciences Series Mathematics*, 102 (2), s. 257.

**3. Adım (Özvektör Değeri ve Tutarlılık Oranı):** İkili karşılaştırma matrisindeki kriterlerin özvektör değeri ( $w_i$ ) hesaplanmasında Denklem (1) kullanılmaktadır (Ramadhan, Al-Abdul ve Duffuaa, 1999, s. 29):

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

Kriterlere ait özvektör değerini bulduktan sonra; tutarlılık oranı, tutarlılık göstergesi ve özdeğer hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı (Consistency Rate; CR; TO), ikili karşılaştırma anında verilen değerlerin birbirleri arasındaki ilişkinin tutarlı olup olmadığını göstermektedir. Tutarlılık oranının 0,10’ dan düşük olması gerekmektedir. Yüksek çıktığı durumlarda karar matrisinin tekrar gözden geçirilerek düzeltilmesi gerekmektedir (Donegan, Dodd ve McMaster, 1992, s. 296). Tutarlılık oranı, Denklem (2) kullanılarak

hesaplanmaktadır (Saaty ve Özdemir, 2003, s. 240-242):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Tutarlılık Göstergesi'nin (Consistency Index; CI; TG) hesaplanması Denklem (3) kullanılmaktadır (Zhou ve Shi, 2009, s. 237).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Tutarlılık Göstergesi değerinin hesaplanabilmesi için; maksimum özdeğer'in ( $\lambda_{\max}$ ) Denklem (4) kullanılarak bulunması gerekmektedir (Peng ve Dai, 2009, s. 2).

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(aw)_i}{w} \quad (4)$$

Denklem (2)'de yer alan Rastgele İndeks (Random Index-RI) değeri (rassallık göstergeleri) Tablo 3'de gösterilmektedir (Karagiannidis vd., 2010, s. 255).

**Tablo 3:** *Rassallık Göstergeleri*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

**Kaynak:** Karagiannidis, A., Papageorgiou, A., Perkoulidis, G., Sanida, G. and Samaras, P. (2010). A Multi-Criteria Assessment of Scenarios on Thermal Processing of Infectious Hospital Wastes: A Case Study For Central Macedonia, *Waste Management*, 30 (2), s. 255.

**4. Adım (Alternatiflerin Sıralanması):** Kriterler için yapılan bu işlemler, alternatiflerin değerlendirilmesi içinde aynısı uygulanmaktadır. Elde edilen karar alternatif puanları büyükten küçüğe doğru sıralanır ve birinci sıradaki alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001, s. 91).

## 2.2. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje; Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) 1998 yılında Opricovic tarafından uygulanabilir bir teknik olarak ortaya çıkmıştır (Opricovic ve Tzeng, 2004, s. 445-455). Bu yöntem, sıralama yapmak için kullanılan bir ÇKKV yöntemidir ve karar verici tarafından belirlenen alternatiflerin çeşitli özellikleri için mevcut alternatifler arasında bir sıralama yapmaktadır (Peng vd., 2015, s. 897-907). Uzlaşmacı bir çözüm anlayışıyla ideale en yakın sonuca

ulaşmak için geliştirilmiş olan bu yöntem (Fu vd., 2015, s. 61-81); hesaplaması kolay ve en iyi karara ulaşmak için sistematik ve mantıksal bir yaklaşım sunmaktadır (Ranjan, Chatterjee ve Chakraborty, 2015, s. 78-95). VIKOR yöntemi, grup faydasının maksimum bireysel pişmanlığın ise minimum olduğu durumu dikkate almaktadır (Demircanlı ve Kundakcı, 2015, s. 105-129). Karar verme problemine ait alternatif ve kriterlerin skorları belirlenip karar matrisine dönüştürüldükten sonra VIKOR yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004, s. 447-448; 2007, s. 515-516; Ho vd., 2011, s. 20-21; Kuzu, 2014, s. 119-123).

**1. Adım (En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi):** Karar matrisinin satırları ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) kriterlerden oluşur ve bu kriterler “i” harfi ile gösterilmektedir, sütunlar ( $j=1,2,3,\dots,m$ ) ise alternatiflerden oluşur ve “j” harfi ile gösterilmektedir. İlk olarak en iyi () ve en kötü () fayda kriter değerleri hesaplanmaktadır. Eğer i. kriter fayda özelliği taşıyorsa, Denklem (5) ile hesaplanmaktadır:

$$(f_j^*) = \max_{ij} f_{ij} \quad (5)$$

$$(f_j^-) = \min_{ij} f_{ij}$$

i. kriter maliyet özelliği taşıyorsa, Denklem (6) ile hesaplanmaktadır:

$$(f_j^*) = \min_{ij} f_{ij} \quad (6)$$

$$(f_j^-) = \max_{ij} f_{ij}$$

**2. Adım (Ortalama Grup ve En Kötü Grup Skoru'nun Hesaplanması):** Karar matrisindeki her bir alternatif ( $j=1,2,3,\dots,m$ ) için  $S_j$  (j. alternatif için ortalama grup skoru) Denklem (7) ve  $R_j$  (j. alternatif için en kötü grup skoru) Denklem (8) hesaplanmaktadır. Bu adımda kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (7)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (8)$$

**3. Adım (Maksimum Grup Faydası'nın Hesaplanması):** Her bir alternatif ( $j=1,2,3,\dots,m$ ) için  $Q_j$  (maksimum grup faydası), Denklem (9) ile hesaplanmaktadır.

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v) * (R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (9)$$

Bu denklemde;  $S^*$  minimum  $S_j$  değeri;  $S^-$  maksimum  $S_j$  değeri;  $R^*$  minimum  $R_j$  değeri ve  $R^-$  maksimum  $R_j$  değeridir. “v değeri” maksimum grup faydası ağırlığını ve “(1-v)” ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir.



**4. Adım (Ortalama Grup, En Kötü Grup Skoru ve Maksimum Grup Faydası Değerlerinin Sıralanması):** Bu adımda her bir alternatif için elde edilmiş olan  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerleri küçükten büyüğe sıralanarak birbirinden bağımsız üç sıralama listesi elde edilmektedir.

**5. Adım (Koşulların Denetlenmesi):** Bir önceki adımda bulunan  $Q_j$  değerinin sıralama listesindeki ilk alternatif  $A^1$  ve ikinci sıradaki alternatif  $A^2$  olmak üzere belirlenir. En iyi  $Q$  (minimum) değerine sahip alternatifin belirlenmesi için kabul edilebilir avantaj ( $K_1$ ) ve kabul edilebilir istikrar ( $K_2$ ) koşullarının sağlanması gerekmektedir.  $K_1$  koşulunun sağlanması için Denklem (10) ve (11) eşitlikleri kullanılmaktadır:

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \quad (10)$$

$$DQ = 1 / (J-1) \quad (11)$$

Tüm alternatiflerin sayısını “J” ile göstermektedir.  $A^1$  ile  $A^2$  arasındaki fark ne kadar çok ise en iyi alternatifi seçmekte o kadar yararlı olacaktır.  $K_2$  koşulunun sağlanması için ise; tüm alternatiflerin bulunduğu  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerlerine bakılmaktadır. Herhangi bir alternatifin değeri oluşturulan  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  tablolarının hepsinde aynı sırada bulunuyorsa bu koşul gerçekleşmiş kabul edilmektedir. Bu koşulla  $K_1$ ’den herhangi biri gerçekleşmez ise  $Q_j$ ’nin minimum olduğu değere sahip alternatif en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

### 3. Doktora Öğrenci Seçimi Uygulaması

Bu çalışmada; Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (SBE) İşletme Bölümü doktora programına başvuru yapacak adayların ÇKKV yöntemlerinden AHP Temelli VIKOR yöntemi ile sıralanması ve seçilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada kullanılacak olan kriterler; daha önce yapılmış çalışmalardan (Altunok vd., 2010; Kumova ve Demirbatır, 2012; Çiçekli ve Karaçizmeli, 2013) ve İşletme Programı’ndaki yüksek lisans ve doktora öğrencilerine ders veren öğretim üyelerinin bu konu ile ilgili görüşleri derlenerek seçilmiştir. Doktora öğrenci seçiminde kullanılacak olan kriterler; **ALES puanı (Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitime Giriş Sınavı)**, **mezun olduğu süre**, **saha tecrübesi**, **sözlü mülakat** ve **YDS puanı (Yabancı Dil Sınavı)** şeklindedir ve Tablo 4’de gösterilmektedir.

**Tablo 4:** Kullanılan Kriterler ve Kısaltmaları

Kriterler	Kısaltmalar
ALES	$K_1$
Mezun Olduğu Süre	$K_2$
Mezuniyet Notu	$K_3$
Saha Tecrübesi	$K_4$
Sözlü Mülakat	$K_5$
YDS	$K_6$

Tablo 4’de yer alan kriterlerden; ALES puanı, saha tecrübesi, sözlü mülakat ve YDS puanı kriterlerin maksimum değerinde ve mezun olduğu süre kriterinin minimum değerinde olması istenmektedir. Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına başvuru şartlarında; ALES puanı, mezuniyet notu ve YDS puan kriterleri bulunmaktadır. Bu kriterlere ek olarak; mezun olduğu süre, saha tecrübesi ve sözlü mülakat kriterleri eklenmiştir. Tablo 4’de gösterilen kriterlerin açıklamaları aşağıda yapılmaktadır.

**ALES:** Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına adayların başvuru yapabilmeleri için bu sınavın eşit ağırlık puanı kısmından minimum 55 ve üstü bir puan almaları gerekmektedir. Bu sınavdan alınmış oldukları puanın geçerlilik süresi 3 yıldır.

**Mezun Olduğu Süre:** Bu kriter; başvuru yapacak adayların lisans veya yüksek lisans programlarından mezun olduktan sonraki süre ile doktora programına başvuru süresi arasında kalan süre dilimidir. Bu sürenin minimum düzeyde olması istenmektedir.

**Mezuniyet Notu:** Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına adayların başvuru yapabilmeleri için yüksek lisans programından mezun olma derecelerinin (mezuniyet notlarının) minimum 65 ve üstü olması gerekmektedir.

**Saha Tecrübesi:** Adayların eğitimleri (lisans ve/veya yüksek lisans) esnasında veya sonrasında eğitim gördükleri alanla ilgili sahada çalışmalarının doktora eğitimi için pozitif etki oluşturacağı düşünülmektedir.

**Sözlü Mülakat:** Adayların, alanında uzman ve belli bir sayıdaki öğretim üyesi tarafından başvuru yapacakları bölüme ilgili soruların sözel olarak cevaplandırılmasının; doktora programına yerleşecek öğrencilerin seçiminde kaliteyi artıracığı varsayılmaktadır.

**YDS:** Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına başvuru yapabilmeleri için bu sınav veya denkliği olan bir sınavdan minimum 55 ve üstü puana sahip olmaları gerekmektedir. YDS’nin geçerlilik süresinde kısıtlama bulunmamakla beraber denkliği olan sınavların değişen sürelerde geçerliliği bulunmaktadır.

### 3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin Uygulaması

Doktora öğrenci adaylarının sıralanması ve seçilmesinde kullanılan kriterlerin önem ağırlık değerlerinin belirlenmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak Uşak Üniversitesi SBE İşletme programındaki 5 öğretim üyesiyle yüz yüze görüşme sonucu elde edilen kriterler ve ilgili çalışmalarda kullanılan kriterler derlenerek bu araştırma için 6 kriter belirlenmiştir. Daha sonra AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlık değerlerinin değerlendirilmesi için ilgili alandaki öğretim üyelerine kriterle ilgili oluşturulan 12 ikili karşılaştırma anketi uygulanmıştır. Anketlerden elde edilen veriler Ömürbek ve Tunca’nın (2013, s. 58-60) çalışmasından yararlanılarak ikili karşılaştırmaların geometrik ortalamaları alınıp ortak görüş elde edilmiştir. Elde edilen ortak görüş sonuçları Tablo 5’de gösterilmektedir.

**Tablo 5:** Kriterlerin Uzman Görüşüne Göre İkili Karşılaştırması ve Sonuçları

Kriterler	KV <sub>1</sub>	KV <sub>2</sub>	KV <sub>3</sub>	KV <sub>4</sub>	KV <sub>5</sub>	KV <sub>6</sub>	KV <sub>7</sub>	KV <sub>8</sub>	KV <sub>9</sub>	KV <sub>10</sub>	KV <sub>11</sub>	KV <sub>12</sub>	Geo.	Ort.	Ortak Görüş	Kriterler
K <sub>1</sub>	1/6	1/9	1/9	1/2	1/7	1/9	1/5	1/4	1	1/3	1/4	1/9	0,210	4,751		K <sub>2</sub>
K <sub>1</sub>	1/4	1/5	1	5	1/6	1/3	5	5	1/4	1/4	1/3	1/9	0,552	1,811		K <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	1/7	1/7	1/6	1/2	1	1/9	8	1/4	1/7	1/5	1/4	9	0,413	2,424		K <sub>4</sub>
K <sub>1</sub>	2	1/9	1/6	4	9	9	8	1/4	1	1/4	1/3	1/9	0,882	1,134		K <sub>5</sub>
K <sub>1</sub>	1/4	1/2	1/5	7	9	6	2	4	1/5	1/5	1/2	7	1,217	1,217		K <sub>6</sub>
K <sub>2</sub>	5	8	6	4	7	5	1/6	4	1/8	3	3	7	2,737	2,737		K <sub>3</sub>
K <sub>2</sub>	1/2	8	1	1/3	5	1	1/4	4	1/8	5	2	8	1,419	1,419		K <sub>4</sub>
K <sub>2</sub>	5	3	1	5	9	9	1/4	3	1	3	3	6	2,814	2,814		K <sub>5</sub>
K <sub>2</sub>	4	9	9	9	7	7	1/8	3	1/2	4	2	9	3,340	3,340		K <sub>6</sub>
K <sub>3</sub>	1/4	1	1/9	1/7	8	1/7	6	7	1/3	3	1/3	7	0,935	1,070		K <sub>4</sub>
K <sub>3</sub>	2	1/4	1/6	1/2	9	9	7	3	1	2	1/3	3	1,511	1,511		K <sub>5</sub>
K <sub>3</sub>	3	1	1/4	3	8	6	1/2	3	1/4	2	1/2	8	1,619	1,619		K <sub>6</sub>
K <sub>4</sub>	4	1/6	4	6	1	9	1/2	5	1	3	2	1/8	1,594	1,594		K <sub>5</sub>
K <sub>4</sub>	4	4	6	9	1	6	1/5	5	7	3	2	2	2,951	2,951		K <sub>6</sub>
K <sub>5</sub>	1/2	8	9	2	1	1/9	1/4	3	1	1/4	1/2	6	1,134	1,134		K <sub>6</sub>

Tablo 5’de gösterilen sonuçlar karar matrisinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Oluşturulan karar matrisi Tablo 6’de gösterilmektedir.

**Tablo 6:** Doktora Öğrenci Seçimi Karar Matrisi

Kriterler	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>
K <sub>1</sub>	<b>1,000</b>	4,751	1,811	2,424	1,134	0,822
K <sub>2</sub>	0,210	<b>1,000</b>	0,365	0,705	0,355	0,299
K <sub>3</sub>	0,552	2,737	<b>1,000</b>	1,070	0,662	0,618
K <sub>4</sub>	0,413	1,419	0,935	<b>1,000</b>	0,627	0,339
K <sub>5</sub>	0,882	2,814	1,511	1,594	<b>1,000</b>	0,882
K <sub>6</sub>	1,217	3,340	1,619	2,951	1,134	<b>1,000</b>
Toplam	<b>4,275</b>	<b>16,060</b>	<b>7,241</b>	<b>9,744</b>	<b>4,911</b>	<b>3,960</b>

Doktora öğrenci seçimi karar matrisindeki veriler kullanılarak kriterlerin önem ağırlık değerleri ve matrisin tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Hesaplanan değerler ve sonuç Tablo 7’de gösterilmektedir.

**Tablo 7:** Önem Ağırlık Değerinin ve Tutarlılık Oranının Gösterimi

Kriterler	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	Önem Ağırlık Değeri
K <sub>1</sub>	0,234	0,296	0,250	0,249	0,231	0,207	0,244
K <sub>2</sub>	0,049	0,062	0,050	0,072	0,072	0,076	0,064
K <sub>3</sub>	0,129	0,170	0,138	0,110	0,135	0,156	0,140
K <sub>4</sub>	0,097	0,088	0,129	0,103	0,128	0,086	0,105
K <sub>5</sub>	0,206	0,175	0,209	0,164	0,204	0,223	0,197
K <sub>6</sub>	0,285	0,208	0,224	0,303	0,231	0,253	0,250
Toplam	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
Tutarlılık Oranı (CR): 0,0092 < 0,10							

Doktora öğrenci seçiminde en çok dikkat edilmesi gereken ve en yüksek öneme sahip kriterler % 25 ile “YDS” ve % 24,4 ile ALES kriterleridir. En az öneme sahip kriter ise “mezun olduğu süre” kriteridir. Elde edilen değerlerinin ve kullanılan verilerin tutarlılığı (CR: 0,0092) hesaplanarak elde edilen sonuçların (kullanılan verilerin) tutarlı olduğu kabul edilmiştir.

Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına başvuracak adayların değerlendirilmesinde; % 50 ile ALES puanı, % 30 ile mezuniyet notu ve % 20 ile YDS puanı oranları kullanılmaktadır. AHP yöntemi kullanılarak değerlendirilen kriterlerin önem ağırlık değerlerinde; ALES ve mezuniyet notu kriterlerinin yarı yarıya düştüğü ve YDS kriterinin ise yükseldiği görülmektedir.

### 3.2. VIKOR Yönteminin Uygulaması

Bu bölümde İşletme programına başvuru yapacak adayların sıralanması, en iyi ve en kötü adayın VIKOR yöntemi belirlenmesi açıklanmaktadır. Uşak Üniversitesi SBE İşletme Bölümü doktora programına 2016-2017 güz dönemi 6 kişilik bir kontenjan açıldığından dolayı alternatif sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Belirlenen adaylara ait verilerin hesaplanması için “Microsoft Excel 2010” programı kullanılmıştır. Doktora öğrenci seçimi problemine ait veri seti Tablo 8’de gösterilmektedir.

**Tablo 8:** *Doktora Öğrenci Seçimi Problemine Ait Veri Seti*

Kriterler	ALES	Mezun Olduğu Süre	Mezuniyet Notu	Saha Tecrübesi	Sözlü Mülakat	YDS	
Değerler	Puan	Yıl (Süre)	Puan	Yıl (Süre)	Puan	Puan	
Alternatifler	ALT <sub>1</sub>	69,273	1	80,40	1	95	63,25
	ALT <sub>2</sub>	72,594	2	84,83	1	85	62,00
	ALT <sub>3</sub>	71,735	8	78,53	7	15	92,00
	ALT <sub>4</sub>	74,442	1	67,10	1	90	62,00
	ALT <sub>5</sub>	70,999	2	79,93	4	15	69,75
	ALT <sub>6</sub>	67,986	1	83,20	1	15	55,75

Doktora öğrenci seçimi problemindeki fayda özelliğine sahip kriterler, “ALES (puan), mezuniyet notu (puan), saha tecrübesi (yıl), sözlü mülakat (puan) ve YDS (puan)”;

maliyet özelliğine kriter ise “mezun olduğu süre (yıl)” şeklindedir. Kriterlerden fayda özelliğine sahip kriterler “maksimum (max)” ve maliyet özelliğe sahip kriter ise “minimum (min)” seviyesinde olması arzu edilmektedir. Problemler VIKOR yönteminde 6 adımda çözümlenmektedir.

**1. Adım (Karar Matrisinin Oluşturulması):** AHP yöntemi ile elde edilen kriterlerin önem ağırlık değerlerinin eklenerek karar matrisinin oluşturulmasıdır. Oluşturulan karar matrisi Tablo 9’da gösterilmektedir.

**Tablo 9:** *Kriter Özellikleri ve Ağırlıklarının Eklendiği Karar Matrisi*

Ağırlıklar (w <sub>i</sub> )	0,244	0,064	0,140	0,105	0,197	0,250	
Kriterler	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	
Değerler	max	min	max	max	max	max	
Alternatifler	ALT <sub>1</sub>	69,273	1	80,40	1	95	63,25
	ALT <sub>2</sub>	72,594	2	84,83	1	85	62,00
	ALT <sub>3</sub>	71,735	8	78,53	7	15	92,00
	ALT <sub>4</sub>	74,442	1	67,10	1	90	62,00
	ALT <sub>5</sub>	70,999	2	79,93	4	15	69,75
	ALT <sub>6</sub>	67,986	1	83,20	1	15	55,75

**2. Adım (En İyi ve En Kötü Değerlerin Hesaplanması):** Karar matrisi oluşturulduktan sonraki adımda kriterlerin fayda ve maliyet özelliklerine göre her bir kriterin en iyi ve en kötü değerlerin hesaplanması gerekmektedir. En iyi ve en kötü değerlerin hesaplanmış hali Tablo 10'da gösterilmektedir.

**Tablo 10:** *En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi*

Ağırlıklar ( $w_i$ )	0,244	0,064	0,140	0,105	0,197	0,250	
Kriterler	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	
Değerler	max	min	max	max	max	max	
Alternatifler	$ALT_1$	69,273	1	80,40	1	95	63,25
	$ALT_2$	72,594	2	84,83	1	85	62,00
	$ALT_3$	71,735	8	78,53	7	15	92,00
	$ALT_4$	74,442	1	67,10	1	90	62,00
	$ALT_5$	70,999	2	79,93	4	15	69,75
	$ALT_6$	67,986	1	83,20	1	15	55,75
En İyi Değer	74,442	1	84,83	7	95	92,00	
En Kötü Değer	67,986	8	67,10	1	15	55,75	

Tablo 10'daki en iyi ve en kötü değerlerin hesaplanmasında, fayda özelliğindeki kriterler için Denklem (5) ve maliyet özelliğindeki kriterler için Denklem (6) kullanılmıştır. Fayda özelliğine sahip kriterlerden;  $K_1$  kriterine ait en iyi değer (sütundaki en yüksek değer) 74,442 ve en kötü değer (sütundaki en düşük değer) 67,986'dır. Maliyet özelliğine sahip  $K_2$  kriterine ait en iyi değer (sütundaki en düşük değer) 1 ve en kötü değer (sütundaki en yüksek değer) 8'dir. Tüm fayda ve maliyet özelliklerine sahip kriterlere aynı işlemler uygulanarak en iyi ve en kötü değerler hesaplanmaktadır.

**3. Adım (Normalizasyon İşlemi ve Matrisin Oluşturulması):** Kriterlerin birbirinden arındırılması için normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Oluşturulan normalizasyon matrisi Tablo 11'de gösterilmektedir.

**Tablo 11:** Normalizasyon Matrisi

Ağırlıklar ( $w_i$ )	0,244	0,064	0,140	0,105	0,197	0,250	
Kriterler	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	
Değerler	max	min	max	max	max	max	
Alternatifler	$ALT_1$	0,801	0,000	0,250	1,000	0,000	0,793
	$ALT_2$	0,286	0,143	0,000	1,000	0,125	0,828
	$ALT_3$	0,419	1,000	0,355	0,000	1,000	0,000
	$ALT_4$	0,000	0,000	1,000	1,000	0,063	0,828
	$ALT_5$	0,533	0,143	0,276	0,500	1,000	0,614
	$ALT_6$	1,000	0,000	0,092	1,000	1,000	1,000

Elde edilen normalizasyon matrisini için Tablo 10'daki veriler kullanılmıştır. Örneğin; Tablo 11'deki X11'de gösterilen değer (0,801) elde edilme işlemi “(En İyi Değer – X11) / (En İyi Değer – En Kötü Değer)” şeklindedir “(74,442 – 69,273) / (74,442 – 67,986)”. Bu işlem diğer tüm kriterler için uygulanarak normalizasyon işlemi tamamlanmaktadır.

**4. Adım (Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması):** Her bir sütundaki kriterlerin ağırlıkları ( $w_i$ ) ile Tablo 11'de gösterilen normalizasyon matrisi değerleri çarpılarak ağırlandırılmış normalize karar matrisi elde edilmektedir. Tablo 12'de ağırlandırılmış normalize karar matrisi gösterilmektedir.

**Tablo 12:** Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Kriterler	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	
Değerler	max	min	max	max	max	max	
Alternatifler	$ALT_1$	0,195	0,000	0,035	0,105	0,000	0,198
	$ALT_2$	0,070	0,009	0,000	0,105	0,025	0,207
	$ALT_3$	0,102	0,064	0,050	0,000	0,197	0,000
	$ALT_4$	0,000	0,000	0,140	0,105	0,012	0,207
	$ALT_5$	0,130	0,009	0,039	0,053	0,197	0,153
	$ALT_6$	0,244	0,000	0,013	0,105	0,197	0,250

Bu adımdaki değerlerin hesaplanması; X11 için (0,244\*0,801) ve X12 için (0,064\*0,000) şeklindedir. Bu işlemler tüm kriterlerin hepsi için uygulanmakta ve bir sonraki adıma geçilmektedir.

**5. Adım (Si, Ri ve Qi Değerlerinin Hesaplanması):** Bu adımda her bir alternatifin ortalama skoru (Si), en kötü skoru (Ri) ve grup faydası (Qi) Denklem (7), (8) ve (9) ile hesaplanmaktadır. Grup faydasının hesaplanabilmesi için S\*, S-, R\* ve R- değerlerinin bulunması gerekmektedir. Bu değerler hesaplandıktan sonra grup faydası parametreleri (q=0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00) hesaplanmaktadır. Hesaplanan değerler Tablo 13’de gösterilmektedir.

**Tablo 13:** Si, Ri ve Qi Değerlerinin Gösterimi

	S <sub>i</sub>	R <sub>i</sub> 1,00 q=0,00	Q <sub>i</sub>					
			0,75	0,50	0,25	0,00		
			q=0,25	q=0,50	q=0,75	q=1,00		
Alternatifler	ALT <sub>1</sub>	0,534	0,198	0,024	0,094	0,164	0,234	0,305
	ALT <sub>2</sub>	0,416	0,207	0,187	0,142	0,096	0,051	0,006
	ALT <sub>3</sub>	0,413	0,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	ALT <sub>4</sub>	0,464	0,207	0,187	0,172	0,158	0,144	0,129
	ALT <sub>5</sub>	0,581	0,197	0,000	0,106	0,212	0,318	0,424
	ALT <sub>6</sub>	0,809	0,250	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Bu adımda ilk olarak her bir alternatife ait Si (ortalama skor) ve Ri (en kötü skor) değerleri hesaplanmaktadır. Alternatif 1’e ait Si değerinin (0,534) hesaplanması (0,195 + 0,000 + 0,035 + 0,105 + 0,000 + 0,198) şeklindedir. Alternatif 1’e ait Ri değerinin belirlenmesi için ise, Alternatif 1’deki (0,195; **0,000**; 0,035; 0,105; **0,000**; 0,198) en düşük değer (0,000) seçilmektedir. Bu işlemler tüm alternatiflere uygulanarak Si ve Ri değerleri elde edilmektedir. Bu değerler elde edildikten sonra sırasıyla S\*, S-, R\* ve R- değerleri hesaplanmaktadır. S\* (minimum) ve S- (maksimum) değerleri Si sütunundan; R\* (minimum) ve R- (maksimum) değerleri Ri sütunundan bulunmaktadır. Tüm bu değerler hesaplandıktan sonra Denklem (9) yardımıyla Qi (grup faydası) değerine ait parametreler (q=0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00) hesaplanmaktadır.

**6. Adım (Nihai Sonuçlar ve Koşulların Denetlenmesi):** Her bir alternatife ait sonuçlar elde edildikten sonra Si, Ri ve Qi değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralaması (Tablo 14) yapılmakta ve bu sıralamaların koşulları sağlayıp sağlamadığı (Tablo 15) kontrol edilmektedir.



**Tablo 14:** Nihai Sıralama

		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	S <sub>i</sub>	R <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> (q=0,50)
		q=0,00	q=0,25	q=0,50	q=0,75	q=1,00			
Alternatifler	ALT 1	3	2	4	4	4	4	3	4
	ALT 2	4	4	2	2	2	2	4	2
	ALT 3	1	1	1	1	1	1	1	1
	ALT 4	4	5	3	3	3	3	4	3
	ALT 5	2	3	5	5	5	5	2	5
	ALT 6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tablo 14'deki sıralamalar göz önünde bulundurularak Tablo 13'deki veriler ışığında Tablo 15'deki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçların elde edilmesinde Denklem (10) ve (11) kullanılmıştır.

**Tablo 15:** Sonuçlara Ait Koşulların Denetlenmesi

İşlemler	q=0,00	q=0,25	q=0,50	q=0,75	q=1,00
Q (A <sup>2</sup> )	0,000	0,106	0,096	0,051	0,006
Q (A <sup>1</sup> )	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Q (A <sup>2</sup> )-Q (A <sup>1</sup> )	0,000	0,106	0,096	0,051	0,006
DQ	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Koşul 1	YANLIŞ	YANLIŞ	YANLIŞ	YANLIŞ	YANLIŞ
Koşul 2	<b>DOĞRU</b>	YANLIŞ	<b>DOĞRU</b>	<b>DOĞRU</b>	<b>DOĞRU</b>

Doktora öğrenci seçimi problemi için uygulanan AHP Temelli VIKOR yöntemi sonucu alternatiflerin hiçbiri (q=0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00) kabul edilebilir avantaj koşulunu (Koşul 1) sağlayamamıştır. Alternatif 2 (q=0,25) ise, kabul edilebilir avantaj (Koşul 1) ve istikrar (Koşul 2) koşullarının her ikisini de aynı anda sağlayamamıştır. Alternatiflerden bazılarının ise (q=0,00; 0,50; 0,75; 1,00), sadece kabul edilebilir istikrar koşulunu (Koşul 2) sağladığı görülmektedir. q = (0,00; 0,50; 0,75; 1,00) değerleri için alternatiflerin sıralamasının değişmediği ve tüm bu q parametrelerine göre en iyi alternatifin ALT3; en kötü alternatifin ise ALT6 şeklinde olduğu görülmektedir.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, doktora programına başvuru yapacak olan adaylardan en uygun olanların AHP Temelli VIKOR yöntemi ile belirlenmesi, seçilmesi ve sıralanması amaçlanmıştır.

Öğrenci seçimi ve AHP Temelli VIKOR yöntemi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde; bu iki konunun aynı anda yapıldığı bir çalışmaya rastlanılmamış ve literatürde bir boşluk olduğu saptanmıştır. Bu çalışma, hem literatürdeki boşluğu doldurulması hem de doktora programlarına öğrenci kabulü için bir model oluşturulması açısından önemlidir.

AHP Temelli VIKOR yöntemi ile yapılmış çalışmalarda “öğrenci seçimi” konusu ile ilgili bir araştırmaya rastlanılmamış ve bu konu dışında bazı çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Öğrenci seçimi konusu ile ilgili ise yapılmış bazı çalışmalara rastlanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların bazıları; öğrenci seçimi konusu ile ilgili önceki çalışmaların sonuçlarını desteklerken (Altunok vd., 2010; Kumova ve Demirbatır, 2012), bazıları ile örtüşmediği (Çiçekçi ve Karaçizmeli, 2013) görülmüştür.

Çalışmada ilk olarak uzman görüşü alınarak AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlık dereceleri hesaplanmıştır. Bu yöntemle göre en önemli kriterler YDS ve ALES puanı kriterleridir. Daha önce yapılmış olan Çiçekçi ve Karaçizmeli'nin (2013) çalışmasında da en önem kriter olarak “genel not ortalaması” sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun genellikle doktora programlarına başvuruda ortak şart olarak kabul edilen, bu üç kriterin (ALES, YDS, Mezuniyet Notu) belirlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kriterlerin önem ağırlık dereceleri belirlendikten sonra, alternatiflerin sıralanması ise VIKOR yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; en iyi alternatif olarak ALT3 ve en kötü alternatif ALT6 olarak elde edilmiştir. Bu konu ile ilgili elde edilen sonuçlar değerlendirilerek çalışma yapmak isteyen araştırmacılara öneriler sunulmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

**1.** Doktora programına başvuracak öğrenci adaylarının ilk olarak yeterli düzeyde bir yabancı dil bilgisine sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Doktora programlarındaki farklılığın tek tip bir yabancı dil sınavı ile ölçülmesi yerine; başvuru doktora programının alanıyla ilgili, üniversitelerin kendi birimleri tarafından yazılı bir sınav yapılması gerektiği önerilmektedir. Eğitim türü Türkçe veya İngilizce olan doktora programlarına alınacak olan öğrencilerin yabancı dil seviyelerinin de bu eğitim türüne eşdeğer şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

**2.** Doktora programına başvuru yapacak adaylardan ikinci olarak ALES notunun yüksek olması beklenmektedir. ALES, Matematik ve Türkçe sorularından oluşmaktadır. Öğrencilerin Matematik ve Türkçe yeterliliklerine göre kabul edildikleri doktora programlarında karşılaşacakları ders ve konuların Matematik ve Türkçe ile sınırlı olmadığı gerçeği göz önünde bulundurulursa ALES puan ölçütünün yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu tür bir sınavın öğrenci seçiminde ayırt edici bir unsur olarak kullanılması yerine yabancı dil sınavında uygulanması önerilen modelin bir benzerinin uygulanması önerilmektedir. Bu iki sınavın üniversiteler tarafından yapılması; hem alanlar ile ilgili ayırt edici bir unsur olarak kullanılabilmesi gibi hem de alana uygun yeterlilikte öğrencilerin seçilmesini sağlayabileceği varsayılmaktadır.

**3.** Doktora programına başvuru yapan öğrenci adaylarının eşit şartlarda olmasının sağlanması ve ayırt edici bir fonksiyon geliştirilmesi açısından; “mülakat” sisteminin bu tür seçim, eleme ve sıralamalarda kullanılması gerekmektedir. Bu sistem bazı programlarda uygulanırken bazı programlarda yer almamaktadır. Mülakat sisteminde başvuran adayların;

hem kendini ifade etme yeteneği hem de araştırmaya yatkınlığı (fiziksel özelliklerinin uygunluğu) aynı anda göz önünde bulundurularak gerçekçi bir değerlendirilme yapılabilir.

4. Başvuru yapacak olan öğrenci adaylarının lisans ve yüksek lisans mezuniyet (genel) not ortalamalarının doktora programına başvuru anında değerlendirilmeye alınmasının önemli olduğu ve bir model oluşturulacak ise o modelde bulunması gerektiği önerilmektedir.

5. Doktora öğrenci adaylarının saha tecrübesine sahip olmaları (eğitim aldığı alanla ilgili olma şartı ile) ve minimum düzeyde (eğitime verilmiş araların bilgilerin unutulmasına ve verimliliğin azalmasına yol açacağı düşünölmekte) eğitimine ara vermiş olmaları kriterlerinin eklendiği bir elemeye tabi tutulmaları önerilmektedir. Lise, ön lisans ve yüksek lisans eğitiminde öğrenciler uygulamalı eğitim aldıkları bazı bölümlerde uzmanlaşmaya gitmek için eğitimini ilerletmek istemektedirler. Uygulamalı eğitim alan ve doktora programlarına başvuru yapmak isteyen öğrenciler için eleme, sıralama ve seçme konusunda bu kriterler eklenebilir.

6. Doktora öğrenci seçimi için önerilen bu modelde tercih edilen yöntem, kriterler, uzman grup veya örneklem farklılaştırılarak tekrardan uygulanabileceği diğer teorisyenlere önerilmektedir.

## Kaynakça

Acun, O. & Eren, T. (2015). Spor Toto Süper Ligi'nde Forvet Oyuncularının Performanslarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (2), 13-29.

Ağaç, G., Peker, İ., Baki, B. & Ar, İ. M. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Serbest Bölge Yer Seçimi: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 79-113.

Ahmadi, A., Gupta, S., Karim, R. & Kumar, U. (2010). Selection of Maintenance Strategy For Aircraft Systems Using Multi-Criteria Decision Making Methodologies, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 17 (3), 223-243.

Aktepe, A. & Ersöz, S. (2014). AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25 (1-2), 2-15.

Altunok, T., Özpeynirci, Ö., Kazançoğlu, Y. & Yılmaz, R. (2010). Comparative Analysis of Multi Criteria Decision Making Methods for Postgraduate Student Selection, *Eurasian Journal of Educational Research*, (40), 1-15.

An, D., Yang, Y., Chai, X., Xi, B., Dong, L. & Ren, J. (2015). Mitigating Pollution of Hazardous Materials from WEEE of China: Portfolio Selection for a Sustainable Future Based on Multi-Criteria Decision Making, *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 198-210.

Braunschweig, T. & Becker, B. (2004). Choosing Research Priorities by Using the Analytic Hierarchy Process: An Application to International Agriculture, *R&D Management*, 34 (1), 77-86.

Büyüközkan, G. & Görener, A. (2015). Evaluation of Product Development Partners Using An Integrated AHP-VIKOR Model, *Kybernetes*, 44 (2), 220-237.

Chandran, B., Golden, B. & Wasil, E. (2005). Linear Programming Models for Estimating Weights in The Analytic Hierarchy Process, *Computers and Operations Research*, 32 (9), 2235-2254.

Chang, C. L. (2013). Evaluation of Basin Environmental Vulnerability: The Weighted Method Compared To the Compromise Method, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10 (5), 1051-1056.

Chang, S. C. & Tsai, P. H. (2015). A Hybrid Financial Performance Evaluation Model for Wealth Management Banks Following The Global Financial Crisis, *Technological and Economic Development of Economy*, 22 (1), 21-46.

Çiçekli, U. G. & Karaçizmeli, A. (2013). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Başarılı Öğrenci Seçimi: Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Örneği, *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), 77-103.

Dağdeviren, M., Akay, D. & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulanması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2),

131-138.

Demircanlı, B. & Kundakcı, N. (2015). Futbolcu Transferinin AHP ve VIKOR Yöntemlerine Dayalı Bütünleşik Yaklaşım ile Değerlendirilmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (2), 105-129.

Donegan, H. A., Dodd, F. J. & McMaster, T. B. M. (1992). A New Approach to AHP Decision Making, *the Statistician*, 41 (3), 295-302.

Fu, H. B., Chang, T. H., Lin, A., Du, Z. J. & Hsu, K. Y. (2015). Key Factors for the Adoption of RFID in the Logistics Industry in Taiwan, *the International Journal of Logistics Management*, 26 (1), 61-81.

Görener, A. (2009). Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 4 (1), 99-110.

Gürsakal, S. (2015). “Karar Verme”, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 1. Baskı, (Ed: M. Aytaç ve N. Gürsakal), Dora Yayıncılık, Bursa: 243-272.

Ho, W. R., Tsai, C. L., Tzeng, G.-H. & Fang, S. K. (2011). Combined DEMATEL Technique with A Novel MCDM Model for Exploring Portfolio Selection Based on CAPM, *Expert Systems with Applications*, 38 (1), 16–25.

Karaatlı, M., Ömürbek, N. & Köse, G. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 25-61.

Karagiannidis, A., Papageorgiou, A., Perkoulidis, G., Sanida, G. & Samaras, P. (2010). A Multi-Criteria Assessment of Scenarios on Thermal Processing of Infectious Hospital Wastes: A Case Study For Central Macedonia, *Waste Management*, 30 (2), 251-262.

Karaman, B. & Çerçioğlu, H. (2015). 0-1 Hedef Programlama Destekli Bütünleşik AHP-VIKOR Yöntemi: Hastane Yatırımı Projeleri Seçimi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30 (4), 567-576.

Koçak, D. & Çoğurcu, Y. E. (2015). Network Modeli ile Ağ Analizi için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Çözüm, *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 1 (1), 1-42.

Kumova, P. A. & Demirbatır, R. E. (2012). Müzik Öğretmenliği Programları Kapsamında Özel Yetenek Sınavlarının Karşılaştırılarak İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 103-127.

Kuru, A. & Akın, B. (2012). Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları, *Öneri Dergisi*, 10 (38), 129-144.

Kuruüzüm, A. & Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 83-105.

Kuzu, S. (2015). “VIKOR”, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 1. Baskı, (Ed: M. Aytaç ve N. Gürsakal), Dora Yayıncılık, Bursa: 117-125.

- Lee, D. & Hwang, J. (2010). Decision Support for Selecting Exportable Nuclear Technology Using the Analytic Hierarchy Process: A Korean Case, *Energy Policy*, 38 (1), 161-167.
- Liu, H. C., You, J. X., Ding, X. F. & Su, Q. (2015). Improving Risk Evaluation in FMEA with A Hybrid Multiple Criteria Decision Making Method, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32 (7), 763-782.
- Martin-Utrillas, M., Juan-Garcia, F., Canto-Perello, J. & Curiel-Esparza, J. (2015). Optimal Infrastructure Selection to Boost Regional Sustainable Economy, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22 (1), 30-38.
- Opricovic, S. & Tzeng, G. H. (2004). Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156 (2), 445-455.
- Ömürbek, N. & Tunca, M. Z. (2013). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 47-70.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M. & Yetim, T. (2014). Analitik Hiyerarşi Sürecine Dayalı TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile ADIM Üniversitelerinin Değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı*, 189-207.
- Önder, E. & Yıldırım B. F. (2014). VIKOR Method for Ranking Logistic Villages in Turkey, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, (23), 239-314.
- Örücü, E. (2013). *Modern İşletmecilik*, Genişletilmiş 9. Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Pekkaya, M. & Aktogan, M. (2014). Dizüstü Bilgisayar Seçimi: DEA, TOPSIS ve VIKOR ile Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (1), 107-125.
- Peng, J. P., Yeh, W.C., Lai, T. C. & Hsu, C. B. (2015). The Incorporation of The Taguchi and The VIKOR Methods to Optimize Multi-Response Problems in Intuitionistic Fuzzy Environments, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 38 (7), 897-907.
- Peng, X. & Dai, F. (2009). Information Systems Risk Evaluation Based on the AHP-fuzzy Algorithm, *International Conference on Networking and Digital Society*, 30-31 May 2009, 178-180.
- Pineda-Henson, R., Culaba, A., B. & Mendoza, G., A. (2008). Evaluating Environmental Performance of Pulp and Paper Manufacturing Using The Analytic Hierarchy Process and Life-Cycle Assessment, *Journal of Industrial Ecology*, 6 (1), 15-28.
- Pourkhabbaz, H. R., Javanmardi, S. & Sabokbar, H. A. F. (2014). Suitability Analysis for Determining Potential Agricultural Land Use by the Multi-Criteria Decision Making Models SAW and VIKOR-AHP (Case study: Takestan-Qazvin Plain), *Journal of Agricultural Science & Technology*, 16 (5), 1005-1016.
- Ramadhan, R., Al-Abdul, V. H. & Duffuaa, S. (1999). The Use of an Analytical Hierarchy Process in Pavement Maintenance Priority Ranking, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5 (1), 25-39.
- Ranjan, R., Chatterjee, P. & Chakraborty, S. (2015). Performance Evaluation of Indian

Railway Zones Using DEMATEL and VIKOR Methods, *Benchmarking: An International Journal*, 23 (1), 78-95.

Ren, J., Manzardo, A., Mazzi, A., Zuliani, F. & Scipioni, A. (2015). Prioritization of Bioethanol Production Pathways in China Based on Life Cycle Sustainability Assessment and Multicriteria Decision-Making, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20 (6), 842-853.

Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32 (7), 842-843.

Saaty, T. L. (1990). An Exposition of the AHP in Reply to the Paper Remarks on the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 36 (3), 259-268.

Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons Are Central in Mathematics For The Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process, *Review of The Royal Spanish Academy of Sciences Series Mathematics*, 102 (2), 251-318.

Saaty, T. L. & Ozdemir, S. M. (2003). Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two, *Mathematical and Computer Modelling*, 38 (3-4), 233-244.

Sharma, M. J., Moon, I. & Bae, H. (2008). Analytic Hierarchy Process to Assess and Optimize Distribution Network, *Applied Mathematics and Computation*, 202 (1), 256- 265.

Subbiah, S., Idapalapati, S. & Arunachalam, A. P. S. (2015). Multi Criteria Decision Making Techniques for Compliant Polishing Tool Selection, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 79 (1), 519-530.

Şengül, Ü., Eren, M. & Shiraz, S. E. (2012). Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 143-165.

Tayyar, N. & Arslan, P. (2013). Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi İçin AHP ve VIKOR Yöntemlerinin Kullanılması, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (1), 340-358.

Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, 1. Baskı, Türkmen Yayıncılık, İstanbul.

Triantaphyllou, E. & Mann, H. S. (1995). Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges, *Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2 (1), 35-44.

Turan, G. (2015). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri", Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 1. Baskı, (Ed: M. Aytaç ve N. Gürsakal), Dora Yayıncılık, Bursa: 15-20.

Uygurtürk, H. & Uygurtürk, H. (2014). Bütünleşik AHS-VIKOR Yöntemi İle Otel Seçimi, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (2), 103-117.

Ülgen, H. & Mirze, S. K. (2004). İşletmelerde Stratejik Yönetim, 1. Baskı, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Wu, H. Y., Chen, J. K., Chen, I. S. & Zhuo, H. H. (2012). Ranking Universities Based on

Performance Evaluation by A Hybrid MCDM Model, *Measurement*, 45 (5), 856-880.

Yaralıoğlu, K. (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşı Proses, *Dokuz Eylöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Faköltesi Dergisi*, 16 (1), 129-142.

Yusta, J. M. & Rojas-Zerpa, J. C. (2015). Application of Multicriteria Decision Methods for Electric Supply Planning in Rural and Remote Areas, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 557-571.

Zhou, Y.-D. & Shi, M.-L. (2009). Rail Transit Project Risk Evaluation Based on AHP Model, *Second International Conference on Information and Computing Science*, 3, 236-238.

Zhu, G. N., Jie, H., Qi, J., Gu, C. C. & Peng, Y. H. (2015). An Integrated AHP and VIKOR For Design Concept Evaluation Based on Rough Number, *Advanced Engineering Informatics*, 29, 408-418.