

-ARAŞTIRMA MAKALESİ-

## GÜÇLÜ ZAYIF YÖNTEMİ İLE PROJE DEĞERLENDİRME İÇİN ALTERNATİF BİR ÖLÇEK ÖNERİSİ: KOSGEB ÖRNEĞİ

Bahadır Fatih YILDIRIM<sup>1</sup>

### Öz

Günümüzde gerek kamu gerekse özel sektör, öncelikli plan ve hedeflerine ulaşmak için proje çağrıları yoluyla dış paydaşlara fon sağlamaktadır. Maliyetleri hesaplanmış ve bütçelenmiş bu projelere sağlanan fonların amaçlara uygun olarak sonuçlanacağından emin olmak için kurum ve kuruluşların proje değerlendirme süreçlerini doğru bir şekilde yürütmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada KOSGEB tarafından sağlanan destek programları incelenmiş ve Güçlü Zayıf Yöntemi kullanılarak bir destek programının puanlama tablosu uzman görüşü alınarak ağırlıklandırılmıştır. Çalışma sonucunda, proje değerlendirme sürecindeki en önemli kriterin Yatırım Projesinin Ekonomik Etkilerinin Değerlendirilmesi kriteri ve Yatırım Alanının Fiziksel ve Yapı Yeterliliğinin en zayıf kriter olarak belirlenmiştir. Elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak yeni bir puanlama ölçeği önerilmiş ve mevcut puan tablosu ile karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güçlü Zayıf Yöntemi, Proje Değerlendirme, Çok Kriterli Karar Verme, KOSGEB.

**JEL Kodları:** C44, C61, H43.

**Başvuru:** 09.07.2019

**Kabul:** 26.04.2020

### An Alternative Scale Proposal for Project Evaluation using Best Worst Method: The Case of KOSGEB

#### Abstract

Nowadays, both public and private sectors provide funds to external stakeholders through project calls in order to achieve their prior plans and objectives. In order to ensure that the funds provided to these projects, whose costs have been calculated and budgeted, are produced in line with the objectives, the institutions and organizations must operate the project evaluation processes correctly. In this study, the support programs provided by KOSGEB was examined and the scoring table of a support program was weighted by taking expert opinion by using Best Worst Method. As a result of the study, the most important criterion in the project evaluation process is the Evaluation of the Economic Impact of the Investment Project and the Physical and Structure Adequacy of the Investment Place as the weakest criterion. Using the

1- Dr. Arş. Gör., İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi, Lojistik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. [bahadirf.yildirim@istanbul.edu.tr](mailto:bahadirf.yildirim@istanbul.edu.tr), <http://orcid.org/0000-0002-0475-741X>

---

*obtained weight values, a new scoring scale was proposed and compared with the current score table.*

**Keywords:** *Best Worst Method, Project Evaluation, Multi Criteria Decision Making, KÖSGEB.*

**JEL Codes:** *C44, C61, H43.*

*Bu çalışma Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.*

## 1. GİRİŞ

Türk Dil Kurumu tarafından “*Değişik alanlarda önceden plan ve programa alınmış, maliyeti hesaplanmış, kurum ve kuruluşların yönetim organları tarafından onaylanmış, kısa ve uzun vadeye bağlanarak özel kurum veya devlet adına gerçekleştirilmesi kabul edilmiş bilimsel çalışma tasarısı.*” olarak tanımlanan proje, tanımından da anlaşılacağı üzere kurum ve kuruluşların gelişme katetmek istedikleri değişik alanlarda dış paydaşlardan destek aldıkları, çıktı oluşturmak üzere dış paydaşları maddi olarak fonladıkları bir süreçtir. Bu süreç kurum ve kuruluşun daha önceden plan ve programa aldıkları alana özgü bir fon ayırdıkları ve bu fonu kullanılmak üzere belirledikleri çerçevede proje çağrılarını ile paydaşlara duyurmaları, gelen başvuru değerlendirdikleri ve kabul gören projelerin süreç ve çıktılarının incelenerek nihai sonuca ulaşmaları gibi bir dizi adımdan oluşmaktadır. Bu noktada proje çağrısına çıkan kurum ya da kuruluş için en önemli kısım, ayrılan ve dağıtılan fonun en verimli projelerde kullanılması ve kurum ve kuruluşa maksimum fayda sağlamasıdır. Bu bağlamda proje çağrısında bulunan kurum/kuruluşların proje değerlendirme süreçlerini doğru işletmesi büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde proje çağrısına çıkan kurum ve kuruluşların proje değerlendirme süreçlerini üst yönetim organları ve bağımsız değerlendiriciler vasıtasıyla sürdürdüğü bilinmektedir. Ayrıca değerlendirme sürecinin homojenliğini ve şeffaflığını sağlamak, karar vericilerin hangi ölçütlere göre değerlendirme yapacağını belirlemek üzere bir proje değerlendirme formu/puanlama tablosu kullanılmaktadır.

Bu çalışmada proje değerlendirmede süreci çok kriterli karar verme problemi olarak modellenerek literatüre yeni bir yöntem olarak önerilen ve ikili karşılaştırmalar esasına dayalı bir karar süreci işleten Güçlü Zayıf Yöntemi (GZY) ile proje değerlendirmede kullanılan kriterlerin önem dereceleri ve puan karşılıkları belirlenmiştir.

İkili karşılaştırmalar yöntemi ilk olarak Thurstone (1927) tarafından geliştirilmiş, daha sonra izleyen çalışmalarda ikili karşılaştırmalar karar matrisi olarak kullanılarak ÇKKV yöntemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle Saaty tarafından geliştirilen AHP ve ANP yöntemleri ile ikili karşılaştırmalar üzerinden karar problemleri incelenmeye başlanmıştır.

İkili karşılaştırmalar esas itibarıyla karar vericinin etkin karar almasına olanak sağlamak ile birlikte bazı dezavantajları barındırmaktadır. Bu dezavantajlardan ilki bir bütün karar matrisi oluşturmak için çok sayıda ikili kıyaslama yapılması durumunda kalınmasıdır. Bu işlem göreceli olarak uzun bir işlemdir. İkinci olarak ikili karşılaştırma sürecinde eksik bilgi, karar vericinin konsantrasyon eksikliği, yanlış anlama/yorumlama gibi durumlardan

---

dolayı ikili karşılaştırmalar arasında tutarsızlıkların baş göstermesidir.

İkili karşılaştırmaların sayılan dezavantajlarından hareketle bu dezavantajların giderilmesini amaçlayan GZY, ikili karşılaştırmalar sürecinde tüm değerlendirmelerin yapılarak ikili karşılaştırma matrisi kullanılması yerine iki vektör üzerinden daha az sayıda karşılaştırma ile ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada sayılan avantajlarından dolayı kriterlerin önem derecelerini belirlemek üzere GZY yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmanın amacı daha az ikili karşılaştırma ile değerlendirme sürecini göreceli olarak kısaltmak ve daha tutarlı sonuçlar elde etmektedir.

Çalışmanın izleyen bölümünde proje değerlendirme süreçlerini çok kriterli karar verme yöntemleri ile inceleyen çalışmaların literatürü taranmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde Güçlü Zayıf yöntemi ve literatürde kullanım alanları incelenmiştir. Üçüncü bölümde KOSGEB projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan proje değerlendirme tablosu uzman görüşü alınarak GZY ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular tartışılmış, yöntemin avantaj ve dezavantajları belirlenmiş ve son olarak izleyen çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Literatürde tanıtımı ilk olarak Rezaei (2015) tarafından yapılan Best Worst Method ikili kıyaslamalar üzerine inşaa edilmiş bir ÇKKV yöntemidir. AHP'de olduğu gibi bir değerlendirme ölçeğinin kullanıldığı yöntem ile ikili karşılaştırmalar sonucu oluşabilecek tutarsızlıkların önüne geçmek amaçlanmaktadır. Yöntemin amacı karar vericinin ikili karşılaştırmalarının tutarlılık oranını yüksek tutmak böylece kriterlerin önem derecelerini doğru bir şekilde saptamaktır.

İkili karşılaştırmalar yöntemi ilk olarak Thurstone (1927) tarafından geliştirilmiş, daha sonra izleyen çalışmalarda ikili karşılaştırmalar karar matrisi olarak kullanılarak ÇKKV yöntemlerinde kullanılmaya başlamıştır. Özellikle Saaty tarafından geliştirilen AHP ve ANP yöntemleri ile ikili karşılaştırmalar üzerinden karar problemleri incelenmeye başlanmıştır.

İkili karşılaştırmalar esas itibarıyla karar vericinin etkin karar almasına olanak sağlamak ile birlikte bazı dezavantajları barındırmaktadır. Bu dezavantajlardan ilki bir bütün karar matrisi oluşturmak için çok sayıda ikili kıyaslama yapılması durumunda kalınmasıdır. Bu işlem göreceli olarak uzun bir işlemdir. İkinci olarak ikili karşılaştırma sürecinde eksik bilgi, karar vericinin konsantrasyon eksikliği, yanlış anlama/yorumlama gibi durumlardan dolayı ikili karşılaştırmalar arasında tutarsızlıkların baş göstermesidir.

İkili karşılaştırmaların sayılan dezavantajlarından hareketle bu dezavantajların giderilmesini amaçlayan GZY, ikili karşılaştırmalar sürecinde tüm değerlendirmelerin yapılarak ikili karşılaştırma matrisi kullanılması yerine iki vektör üzerinden daha az sayıda karşılaştırma ile ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada sayılan avantajlarından dolayı kriterlerin önem derecelerini belirlemek üzere Güçlü Zayıf Yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada GZY kullanılarak proje değerlendirmede kullanılan ölçek setinin kriter seti olarak kabul edilerek uzman görüşü ile ağırlıklandırılması, mevcut skorlar ile elde edilen ağırlıkların kıyaslanması amaçlanmaktadır. Çalışmanın bir diğer amacı daha az ikili karşılaştırma ile değerlendirme sürecini göreceli olarak kısaltmak ve daha tutarlı sonuçlar elde etmektedir.

---

## 1.1. Literatür Özeti

Literatürde proje seçimi sürecini çok kriterli karar verme yöntemleri ile inceleyen bir çok yapılmıştır. Ulaşım, sağlık, tarım, teknoloji, yatırım, Ar-Ge, enerji vb. bir çok alanda yapılmış uygulamaları görmek mümkündür. Kesin sayılarla yapılan analizlerin dışında kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin bulanık, gri gibi sistem teorileri ile genişleterek kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca birden fazla çok kriterli karar verme yönteminin karşılaştırılması ya da bütünlük olarak kullanıldığı çalışmalarda vardır.

Arıbaş ve Özcan (2016) akademik araştırma projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriter ağırlıklarını AHP yöntemi ile hesapladıkları çalışmalarında, proje alternatiflerini ise TOPSIS yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada halihazırda TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından izlenen değerlendirme süreci ele alınmıştır. Amiri (2010) ise çalışmasında petrol sahalarını genişletmeye yönelik proje alternatiflerinin değerlendirilmesinde AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Enerji projelerinin değerlendirildiği çalışmada Atıcı ve Ulucan (2006), hidroelektrik ve rüzgar enerjisi alanlarına yönelik proje alternatiflerini ELECTRE ve PROMETHEE yöntemleri kullanarak değerlendirmişlerdir. Palaz ve Kovancı (2008) ise çalışmalarında AHP yöntemi kullanarak Türk Deniz Kuvvetleri envanterine kazandırılması planan denizaltı için 4 denizaltı proje alternatifini 5 kriter üzerinden değerlendirmişlerdir.

San Cristobal (2011), İspanya'da yenilebilir enerji alanında sunulan proje alternatiflerinin değerlendirilmesinde VIKOR yöntemini kullanmıştır. VIKOR yönteminin kullanıldığı bir diğer çalışmada Yıldız (2014), VIKOR yöntemini bulanık sayılar ile genişleterek proje seçim sürecini Bulanık VIKOR yöntemi ile incelemiştir. Ghorabae vd. (2015) ise çalışmalarında VIKOR yöntemini Tip 2 Aralık Bulanık Kümeler ile genişleterek proje seçim sürecine uygulamışlardır. Bulanık sistem teorisini karar sürecine entegre eden bir diğer çalışmada Çakır ve Özdemir (2016), Altı sigma projelerinin seçiminde Bulanık VIKOR, Bulanık TOPSIS ve Bulanık COPRAS yöntemi kullanarak elde ettikleri sıralamaları Copeland yöntemi kullanarak bütünlük bir karara dönüştürmüşlerdir. Ulaşım alanında raylı sistem proje kararlarını inceledikleri çalışmalarında Hamurcu ve Eren (2017), AHP ve ANP yöntemleri ile ayrı ayrı elde ettikleri ağırlıkları Hedef Programlama modelinde kullanarak İstanbul için planan raylı sistem proje alternatiflerini değerlendirmişlerdir. Hamurcu ve Eren (2018) diğer bir çalışmalarında ise Bulanık AHP yöntemi ile VIKOR yöntemini bütünlük kullanarak kent içi ulaşım projelerini değerlendirmişlerdir. Tarımsal araştırma projelerinin değerlendirilmesi ve seçim sürecini ele aldıkları çalışmalarında Altun ve Demir (2015), Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde yürütülmüş 4 proje alternatifini incelemiştir. Çalışmada proje değerlendirmede kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde ve proje alternatiflerinin değerlendirilmesinde AHP yönteminden faydalanılmıştır. Bakshi ve Sarkar (2011), çalışmalarında proje seçim sürecinde AHP ve ARAS yöntemlerini bütünlük olarak kullanmışlardır. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP, proje alternatiflerinin sıralanmasında ARAS yönteminden faydalanmışlardır. Popovic vd. (2012), yatırım proje alternatiflerinin seçiminde COPRAS ve gri sayılar ile genişletilmiş COPRAS-G yöntemlerini kullanmışlardır.

---

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Güçlü Zayıf Yöntemi

Güçlü Zayıf Yöntemi (GZY - Best Worst Method) ikili karşılaştırmalar esasına dayalı bir ÇKKV yöntemi olarak Rezai (2015) tarafından önerilmiştir. İkili karşılaştırmalar süreci etkin kararlar alınmasına olanak sağlamakla birlikte beraberinde bazı dezavantajları da barındırmaktadır. AHP yönteminde incelenen kriterlerin her biri diğer kriterler ile ikili olarak kıyaslanarak bir karar matrisine dönüştürülmektedir. Bu işlem görece uzun bir işlem olmakla birlikte karar vericinin eksik bilgi sahibi olması, karar vericinin konsantrasyon eksikliği, yanlış anlama/yorumlama gibi durumlardan doalyı tutarsızlıkla sonuçlanmaktadır. GZY, AHP'den farklı olarak ikili kıyaslamalar sürecini kısaltmak ve bahdesilen dezavantajları minimize etmek üzere geliştirilmiştir.

İlk olarak 2015 yılında önerilen GZY nispeten yeni bir yöntem olmakla birlikte kısa süre içerisinde bir çok çalışmada kullanılmış ve başarı ile uygulanmıştır.

Gupta vd. (2017) binaların enerji verimliliğine etki eden bariyerleri elimine etmek üzere bir yol haritası önerisinde buldukları çalışmalarında 6 kriterin (bariyer) önem derecelerini GZY ile belirlemişlerdir. Sürdürülebilir petrol ve doğalgaz tedarik zincirine etki eden dışsal faktörlerin incelendiği çalışmalarında Wan Ahmad vd. (2017), faktör ağırlıklarını belirlemek üzere GZY'den faydalanmışlardır. Roekel (2017) tez çalışmasında Lojistik Performans Endeksinde (LPI) kullanılan 6 temel kriterin önem derecesini GZY ile belirlemiş, mevcut LPI ülke sıralaması ile önerilen yeni ülke sıralamaları arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Rezaei vd. (2018) Lojistik Performans Endeksi (LPI) göstergelerinin görelî önem derecelerini belirledikleri çalışmalarında GZY'ni kullanmışlardır. Çalışmada hesaplanan görelî ağırlıklar kullanılarak LPI'ne alternatif bir sıralama elde edilmiş ve mevcut sıralama ile kıyaslanmıştır. Gupta ve Barua (2016) Hindistan'da faaliyet gösteren KOBİ'lerin tekonolojik inovasyonuna imkan tanıyan öğeleri ağırlıklandırdıkları çalışmalarında GZY'ni kullanmışlardır. Ahmadi vd. (2017) çalışmalarında tedarik zincirini oluşturan paydaşların sosyal sürdürülebilirliklerini ölçmede kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılmasında GZY'nden faydalanmışlardır. Rezaei vd. (2015) çalışmalarında tedarikçi segmentasyonu ve tedarikçi geliştirme süreçlerini birleştirmek üzere GZY'ni uygulamışlardır. Çalışmada önerilen GZY modeli orta ölçekli teknoloji firmasında uygulanarak doğrulanmıştır. Salimi ve Rezaei (2018) çalışmalarında Hollanda'da faaliyet gösteren 50 teknoloji firmasının AR-GE performanslarını GZY ile değerlendirmişlerdir. Rezaei (2016) aralık değerlerin kullanıldığı GZY yöntemi ile birden çok optimal sonuç bulunması ve doğrusal modellenen GZY ile tekil optimal sonuç bulunmasına yönelik çalışmasında aralık analizi ve doğrusal modeli örnekler üzerinden açıklamıştır.

GZY'nin literatürde tekil kullanımı dışında diğer ÇKKV yöntemleri ile bütünlük ya da karşılaştırmalı olarak kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur. Gupta (2018), yeşil insan kaynakları yöntemini incelediği çalışmasında yeşil istihdam ve seçim sürecinde etkili olan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde GZY, alternatiflerin değerlendirilmesinde Bulanık TOPSIS yaklaşımlarını kullanmıştır. Nawaz vd. (2018) ise çalışmalarında bulut servis sağlayıcı alternatiflerinin değerlendirilmesinde Markov zincileri ve GZY'nden faydalanmıştır. Shojaei vd. (2018) havalimanlarını değerlendirdikleri çalışmalarında Taguchi Kayıp Fonksiyonu, VIKOR ve GZY'ni kullanmışlardır. Çalışmada değerlendirme kriterleri GZY ile ağırlıklandırılırken VIKOR yöntemi ile İran'da bulunan

---

21 havalimanı alternatifi değerlendirilmiştir. Beemsterboer vd. (2018) GZY'ni Karma Tamsayı Doğrusal Programlama kullanarak modelledikleri çalışmalarında önerdikleri yaklaşımı Rezaei (2015) çalışmasında kullandığı örnek üzerinden değerlendirmişlerdir. Gupta ve Barua (2017) ise çalışmalarında tedarikçi seçimi probleminde GZY ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Kriter ağırlıklarının GZY ile belirlendiği çalışmada tedarikçi alternatifleri Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Rezaei vd. (2016), yaşam döngüsü yaklaşımının entegre edildiği tedarikçi seçim problemini GZY kullanarak incelemişlerdir. Gupta (2018) çalışmasında havayolu sektöründe hizmet kalitesi ölçümünde VIKOR-GZY hibrit yöntemini kullanmıştır. GZY ile hizmet kalitesine etki eden kriterlerin ağırlıklarının belirlendiği çalışmada, havayolu şirketleri VIKOR yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Er Kara ve Oktay Fırat (2018) çalışmalarında tedarikçi risk değerlendirme modelini GZY ve K-means kümeleme yöntemleri kullanarak geliştirmişlerdir. Tedarikçilere ait 17 risk faktörü GZY ile ağırlıklandırılmış, k-means yöntemi ile tedarikçiler 4 ana risk grubunda kümelenemiştir.

Literatürde GZY'nin diğer sistem teorileri ile entegre kullanılarak genişletildiği çalışmalarda yapılmıştır. Hafezalkotob ve A. Hafezalkotob (2017) çalışmalarında bireysel ve grup karar verme süreçlerinde GZY kullanımını Bulanık Mantık ile geliştirerek Bulanık GZY önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmada önerilen Bulanık GZY, bilimsel bir dergi için makale değerlendirme kriterlerinin önem derecelerinin belirlenmesi ve inovasyon projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi örnek problemlerinde uygulanmıştır. Bulanık mantığın kullanıldığı bir diğer çalışmada Guo ve Zhao (2017) Bulanık GZY önerisinde bulunmuşlar, önerdikleri yaklaşımı 3 örnek vaka üzerinde uygulamışlardır. Omrani vd. (2018) ise enerji santralleri için optimal kombinasyonu belirlemek üzere Bulanık GZY'ni kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullandıkları çalışmalarında Taguchi-Yapay Sinir Ağları ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanmışlardır. Pamucar vd. (2018) çalışmalarında GZY ve MABAC yöntemlerini bulanık-kaba sayılarla ile genişleterek kullanmışlardır. Çalışmada önerilen model en uygun savaş helikopteri seçim probleminde uygulanmış ve duyarlılık analizi ile bulgular tartışılmıştır. Mou vd. (2016) ise çalışmalarında Sezgisel Bulanık Çarpımsal GZY'ni incelemişler, örnek problemler üzerinden önerdikleri yaklaşımı değerlendirmişlerdir.

GZY'nde kriterlerin tamamı ikili kıyaslamalara tabi tutulmak yerine karar vericiden en güçlü (best) ve en zayıf (worst) kriteri belirlemesi istenmekte, belirlenen bu kriterin diğer kriterlere kıyasla önem derecesi ölçek üzerinden belirlenmektedir. Bu şekilde elde edilen vektörler aşağıdaki adımlar izlenerek bir matematik modele dönüştürülmekte ve optimal ağırlıklar hesaplanmaktadır Rezaei (2015).

#### **Adım 1.** Kriter setinin belirlenmesi

Karar sürecinin ilk adımı olarak karar verici(ler) tarafından alternatiflerin değerlendirmesinde kullanılacak kriter setinin belirlenmesi gerekmektedir.

#### **Adım 2.** Kriter setinin güçlü ve zayıf kriterlerinin belirlenmesi

Bu adımda karar verici tarafından karar sürecinde etkili olan güçlü  $B$  (en önemli-güçlü) ve zayıf  $W$  (en önemsiz-zayıf) kriterler belirlenir. Bu adımda kriterler arasında ikili karşılaştırma yapılmamaktadır.

#### **Adım 3.** Güçlü kriterin diğer kriterlere baskınlık düzeyinin belirlenmesi

Bir önceki adımda kriter seti arasından güçlü olarak belirlenmiş olan kriterin ikili karşılaştırma esasına göre diğer kriterlerden ne düzeyde önemli olduğu belirlenir. İkili karşılaştırmalar için Analitik Hiyerarşi Prosesinde de kullanılan ve tam sayılardan oluşan 1-9 ölçeğinden faydalanılır. 1 değeri kriterlerin önem düzeyinin eşit olduğunu, 9 değeri ise kıyaslanan kritere göre en yüksek derecede önem düzeyine sahip olduğunu ifade etmektedir.

$n$  kriterden oluşan bir karar probleminde güçlü kriterin diğer kriterler ile ikili karşılaştırması ile elde edilen vektör,

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$$

eşitliği ile gösterilir.

**Adım 4.** Kriterlerin zayıf kritere baskınlık düzeyinin belirlenmesi

Kriter setinde yer alan kriterlerin zayıf kriterden ne derece önemli olduğu ikili karşılaştırma esasına göre belirlenir.

$n$  kriter sayısını göstermek üzere kriter setinde yer alan kriterlerin zayıf kritere baskınlık düzeyi

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})$$

vektörü ile gösterilir.

**Adım 5.** Optimal ağırlıkların hesaplanması

GZY optimal ağırlık hesaplama adımında kriter ağırlıklarını hesaplamak üzere güçlü ve zayıf kriterlerin önem dereceleri ile ikili karşılaştırmalar ile her bir  $j$  kriteri için belirlenen ağırlığın, o kriterin güçlü ve zayıf kritere göre önem derecesi çarpımının maksimum mutlak farkını minimize edecek matematik programlama modeli çözümlenir.

$$\min \max_j \left\{ \left| w_B - a_{Bj} w_j \right|, \left| w_j - a_{jW} w_W \right| \right\}$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

$$w_j \geq 1, \forall j$$

Eşitlik(3)'te yer alan matematik programlama modeli işlem kolaylığı sağlamak üzere Eşitlik (4)'teki gibi yazılabilir.

$\min \xi$

s.t.

$$|w_B - a_{Bj} w_j| \leq \xi w_j \quad \forall j$$

$$|w_j - a_{jW} w_W| \leq \xi w_W \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

#### Adım 6. Tutarlılık oranının belirlenmesi

GZY son adımında hesaplanan optimal ağırlıkların güvenilirliğini belirlemek üzere AHP yöntemine benzer şekilde Tablo 1.'de gösterilen tutarlılık indeksi (CI) kullanılarak tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı (CR),

$$CR = \frac{\xi^*}{CI}$$

eşitliği ile hesaplanır. Hesaplanan CR değeri ne kadar küçükse (0'a yakınsa) analiz sonuçları o derece tutarlıdır.

**Tablo 1.** Tutarlılık İndeksi Değerleri (Rezai, 2015)

$\xi^*$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CI	0,00	0,44	1,00	1,63	2,30	3,00	3,73	4,47	5,23

## 2.2. Uygulama

Çalışmanın uygulama kısmında T.C. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) tarafından yürütülen destek programları arasından KOBİ Teknolojik Ürün Yatırım Destek Programı (kısa adıyla KOBİ Teknoyatırım Destek Programı) ele alınmıştır. Destek programının amacı Ar-Ge veya yenilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan yeni ürün/ürünlerin üretimini ve ticarileştirilmesini amaçlayan yatırımları desteklemek olarak belirlenmiştir. KOBİ Teknoyatırım Destek Programı sonunda ihracatı artırmak ve ülke ekonomisine katma değer sağlamak için KOBİ'lerin yatırımlarının desteklenmesi hedeflenmektedir. Destek programı kapsamında düşük, orta-düşük, orta-yüksek ve yüksek olmak üzere 4 teknoloji alanı belirlenmiş olup bu alanlar için belirlenmiş limitler oranında, azami 36 aylık süreli projeler, %60 oranında geri ödemesiz olarak desteklenmektedir.

Uygulama kapsamında, proje değerlendirmede kullanılan kriterleri skorlamak üzere daha önce KOSGEB adına eğitmen olarak görev almış ya da KOSGEB vb. bir kurum için proje değerlendirme deneyime sahip, KOSGEB'in proje çağrılarındaki hedeflerine hakim bir uzman grubu oluşturulmuş ve bu uzman grubun değerlendirmeleri GZY kullanılarak analiz edilmiştir.



GZY ile analiz adımları aşağıdaki gibi sıralamada gerçekleştirilmiştir.

**Adım 1.** Kriter setinin belirlenmesi

KOSGEB tarafından bu destek programı için belirlenen değerlendirici puanlama tablosu incelenmiş, burada yer alan 6 ana başlık çalışmanın kriter seti olarak belirlenmiştir. Puanlama tablosunda yer alan Yatırım Projesinin Ekonomik Etkisinin Değerlendirilmesi (K1), İşletmenin ve Yatırım Projesinin Teknik Yeterliliği (K2), Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği (K3), Yatırım İş-Zaman Planlaması (K4), Bütçe ve Maliyet Etkinliği (K5) ve Yatırım Projesinin Sürdürülebilirliği (K6) başlıkları kriter olarak kabul edilmiştir.

**Adım 2.** Kriter setinin güçlü ve zayıf kriterlerinin belirlenmesi

Uzman grup tarafından yapılan değerlendirmede en önemli (güçlü) kriter olarak Yatırım Projesinin Ekonomik Etkisinin Değerlendirilmesi (K1) kriteri, en önemsiz (zayıf) kriter olarak Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği (K3) kriteri belirlenmiştir.

**Adım 3.** Güçlü kriterin diğer kriterlere baskınlık düzeyinin belirlenmesi

Yatırım Projesinin Ekonomik Etkisinin Değerlendirilmesi (K1) kriterinin diğer kriterlere baskınlık oranını belirlemek üzere karar verici uzman grubun AHP yönteminde de kullanılan ve Tablo 2.'de gösterilen 1-9 ölçeğinden faydalanmaları istenmiştir.

**Tablo 2.** İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 1990)

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemli
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2, 4, 6 ve 8	Ara Değerler

Uzman grup tarafından yapılan değerlendirme sonucunda Tablo 3.'te yer alan değerlendirme sonuçları elde edilmiştir.

**Tablo 3.** Güçlü Kriterin Diğer Kriterlere Baskınlık Oranları

	Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Güçlü	K1	1	3	8	6	3	5

**Adım 4.** Kriterlerin zayıf kritere baskınlık düzeyinin belirlenmesi

Uzman grubun Tablo 2.'de yer alan 1-9 ölçeği kullanarak kriterlerin zayıf kriter olarak belirlenen Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği (K3) kriterine baskınlık düzeylerini belirledikleri değerlendirmeleri Tablo 4.'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Kriterlerin Zayıf Kritere Baskınlık Oranları

	Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Zayıf	K3	8	6	1	4	6	4

**Adım 5.** Optimal ağırlıkların hesaplanması

Uzman gruptan elde edilen değerlendirmeler Eşitlik (4)'te yer alan doğrusal programlama modeline yerleştirilerek çözülmüştür. Elde edilen ağırlık değerleri Tablo 5.'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Kriterlerin Optimal Ağırlık Değerleri

Kriter	Ağırlık	%
K1	0,395	40%
K2	0,179	18%
K3	0,041	4%
K4	0,092	9%
K5	0,173	17%
K6	0,120	12%

**Adım 6.** Tutarlılık oranının belirlenmesi

Elde edilen çözümlerin tutarlılık oranını belirlemek üzere güçlü kriterin zayıf kriterine baskınlık oranına göre tutarlılık indeksi belirlenmiştir. Buna göre en güçlü kriter olan K1 kriteri en zayıf kriter olan K3 kriterinden 8 kat önemli olduğu için Tablo 1.'de yer alan tutarlılık indeksinde yer alan değerlerden 8'e denk gelen 4,47 değeri belirlenmiş ve CI tutarlılık indeksi değeri Eşitlik (5)'te kullanılarak CR tutarlılık oranı hesaplanmıştır.

$$CR = \frac{\xi^*}{CI} = \frac{1,72}{4,47} = 0,386$$

### 3. BULGULAR

Bu çalışmada KOSGEB KOBİ Teknoyatırım Destek Programı kapsamında başvuruda bulunan projeleri değerlendirmek üzere kullanılan puanlama tablosu incelenmiştir. Puanlama tablosunda yer alan ölçütler kriter seti olarak kabul edilerek uzman karar verici grubun literatürde yeni bir yöntem olan GZY ile değerlendirmeleri sağlanmış ve alternatif bir puanlama tablosu elde edilmiştir. Bu çalışmada kriterlerin önem derecelerini belirlemek üzere GZY yöntemi kullanılırken alternatif seti kullanılmamıştır. KOSGEB'e başvuruda bulunan projelere ait gizlilik ilkesi gereği veri paylaşımı yapılamaması çalışmada alternatif seti kullanılmaması kısıtını ortaya çıkarmıştır.

Analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre kriterlerin önem sıralaması  $K1 \succ K2 \succ K5 \succ K6 \succ K4 \succ K3$  olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 6.** Önerilen ve Mevcut Kullanılan Puan Tablosu

Kriter	GZY İle Hesaplanan Puan	Mevcut Puan
K1 Yatırım Projesinin Ekonomik Etkisinin Değerlendirilmesi	40	25
K2 İşletmenin ve Yatırım Projesinin Teknik Yeterliliği	18	25
K3 Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği	4	10
K4 Yatırım İş-Zaman Planlaması	9	10
K5 Bütçe ve Maliyet Etkinliği	17	15
K6 Yatırım Projesinin Sürdürülebilirliği	12	15

Analiz sonuçları ve Tablo 6.'da gösterilen karşılaştırmalı puan tablosu incelendiğinde karar verici uzman gruba göre en güçlü kriter Yatırım Projesinin Ekonomik Etkisinin Değerlendirilmesi (K1) kriteri olurken kriterin önem derecesi (ağırlığı) yaklaşık %40 olarak belirlenmiştir. 100 puan üzerinden değerlendirme yapılan mevcut puanlama sisteminde en yüksek puana sahip iki kriterden biri olan K1 kriteri için halihazırda 25 puanlık bir puan değeri kullanılmaktadır. En zayıf kriter olarak belirlenen Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği (K3) kriteri için önerilen puan 4 olurken, mevcutta en düşük puanlanan iki kriterden biri olarak 10 puanlık bir değer atanmıştır. Çalışmada önerilen puanlama sistemi ile mevcut puanlama sistemi puanları arasında mutlak yüzdesel değişim incelendiğinde en büyük farklılığın %150 değişim ile en zayıf kriter olarak saptanan Yatırım Yerinin Fiziki Yapı Yeterliliği (K3) kriteri olduğu, en düşük farklılığın ise 1 puana tekabül eden %11 değişim ile K4 Yatırım İş-Zaman Planlaması kriterinde olduğu gözlenmiştir. Bu doğrultuda analiz sonuçları incelendiğinde kriterlerin ağırlıkları farklılık göstermekle birlikte KOSGEB beklentilerine göre oluşturulup halihazırda kullanılan puan skalasının sıralaması ile paralel bir sıralamada puan tablosu önerilmiştir. Gerek sıralamanın aynı yönlü olması gerekse analiz sonucu yapılan tutarlılık oranı hesaplaması elde edilen bulguların tutarlı olduğunu göstermektedir. GZY yönteminin bu tip bir karar probleminde başarı ile uygulanabileceği görülmektedir.

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmada KOSGEB tarafından proje değerlendirmede halihazırda kullanılan puanlama tablosunda yer alan ölçütler kriter seti olarak kabul edilerek uzman karar verici grubun GZY ile değerlendirmeleri sağlanmış ve alternatif bir puanlama tablosu elde edilmiştir. Literatür taraması sonucunda proje değerlendirmede birinden farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Bu yöntemler tekil olarak kullanıldığı gibi birden fazla yöntemin bütünsel olarak kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur. Bu çalışmada GZY yöntemi sadece kriterlerin önem derecelerini belirlemek üzere kullanılmış, KOSGEB'e başvuruda bulunan projelere ait gizlilik ilkesi gereği veri paylaşımı yapılamaması nedeniyle alternatif seti oluşturulmamıştır.

GZY yöntemi çıkış noktası gereği ikili karşılaştırmalar esasına dayanmakla birlikte ikili karşılaştırmaların sayısının artması durumunda karar vericilerin tutarsız değerlendirmeler yapma olasılığından kaynaklı dezavantajı minimize etmek üzere ikili karşılaştırma

---

sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan kriter seti göz önüne alındığında GZY'nin alternatif oluşturduğu AHP yönteminde  $n$  kriter sayısını göstermek üzere  $n(n-1) / 2 = 15$  adet ikili karşılaştırma yapılması gerekirken, GZY yönteminde  $2n-3 = 9$  adet ikili karşılaştırma ile süreç tamamlanmaktadır. Kriter sayısının arttığı durumda AHP ve GZY karşılaştırma sayıları arasındaki fark artarak açılmaktadır. Karar verme sürecinin doğasında bulunduğu belirsizlik, karar vericilerin algılama ve sentez seviyeleri, kriter tasarımın etkin yapılmaması gibi bir çok etken nedeniyle ikili karşılaştırmalar sürecinde bir tutarsızlık meydana gelmektedir. Bu nedenle ortaya çıkan tutarsızlığın kabul edilebilirlik seviyesini belirlemek üzere geliştirilmiş tutarsızlık indeksi ve tutarsızlık oranı düzeyleri bulunmaktadır. Sayılan nedenlere ek olarak yapılacak ikili karşılaştırmaların sayısı arttıkça tutarsızlık seviyesinin artması normaldir. GZY yöntemi bu noktadan hareketle ikili karşılaştırma sayısını azaltmak üzere karşılaştırma sürecine en güçlü ve en zayıf kriterleri belirleyip sadece bu kriterler üzerinden ikili karşılaştırmalar yapılmasını amaçlamaktadır. Bunun olumlu bir sonucu olarak karar verici daha az sayıda ikili karşılaştırma yapmakta ve değerlendirme süreci AHP yönteminden daha hızlı, karar verici için tutarsızlığa düşme oranı daha düşük olmaktadır. Yöntemin dezavantajı sayılabilecek bir durum olarak karar vericilerin güçlü ve zayıf kriterlerin her ikisini ya da en az birini yanlış belirlemeleri durumudur. Bu durumda yapılacak analiz adımları bu hata üzerine inşaa edileceği için elde edilen bulgular doğru olmayacaktır. AHP yönteminde böyle bir sınıflama olmadığı ve her bir kriter diğer kriterler ile kıyaslandığı için bu durum ortaya çıkmamaktadır. Bu çalışmada bu GZY'de bahsedilen hatalı kriter belirleme durumunun önüne geçmek üzere karar verici grubun tekil değerlendirme yapması yerine grup olarak müşterek bir değerlendirme yapmaları istenmiştir.

## SONUÇ

Kurum ve kuruluşların gelişme kat etmek istedikleri alanlarda dış paydaşlardan destek almak, çıktı oluşturmak üzere dış paydaşları maddi olarak fonladıkları bir süreç olan proje süreci, kurum ve kuruluşun daha önceden plan ve programa aldıkları alana özgü bir fon ayırdıkları ve bu fonu kullanılmak üzere belirledikleri çerçevede proje çağrılarını ile paydaşlara duyurmaları ile başlamaktadır. Proje çağrısına çıkan kurum ya da kuruluş için en önemli kısım, ayrılan ve dağıtılan fonun en verimli projelerde kullanılması ve kuruma ve kuruluşa maksimum fayda sağlamasıdır. Bu amaçla literatürde birçok yöntem önerilmiş ve farklı araştırmacılar, farklı yaklaşımlar ile proje seçim sürecini değerlendirmişlerdir.

Bu çalışmada literatürde yeni bir yöntem olan GZY kullanılarak KOSGEB KOBİ Teknoyatırım Destek Programı kapsamında proje değerlendirmede kullanılan değerlendirme tablosu incelenmiş, uzman grubunun değerlendirmeleri ikili kıyaslamalar esasına göre analiz edilerek alternatif bir puanlama tablosu elde edilmiştir. Elde edilen puanlama tablosu mevcut puan tablosu ile incelenerek elde edilen bulguların tutarlılığı gözlenmiştir. Ayrıca önerilen GZY, ikili karşılaştırmalar esasına göre analiz adımları izleyen AHP yöntemi ile kıyaslanarak, yöntemin avantaj ve dezavantajları ortaya konmaya çalışılmıştır. AHP yöntemine göre daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılmasına olanak sağlayarak karar verme sürecinin kısaltılması, kriter sayısına paralel olarak artış gösteren ikili karşılaştırma sayısının karar vericinin tutarsızlığına neden olmasına neden olduğu için, önerilen GZY ile bu dezavantaj giderilmektedir. Bunun yanı sıra GZY modelinin başlangıç adımı olan en güçlü ve en zayıf kriterin belirlenmesi adımıyla karar

---

verici tarafından yapılacak bir hata/yanlış değerlendirme sonucu tamamen etkileyecek olması yöntemin en büyük dezavantajıdır. Bu dezavantajın üstesinden gelmek üzere karar verme süreçlerinin grup kararı şeklinde alınması yada karar verici grubun tekil değerlendirmelerinin kıyaslanarak aykırı başlangıç değerlendirmeleri bulunan karar vericiler ile tekrar görüşülmesi önerilebilir.

İzleyen çalışmalarda önerilen kriter ağırlıkları daha geniş bir uzman grubunun katılımıyla tekrarlanabilir. Önerilen kriter ağırlıkları anonimleştirilmiş proje alternatifleri üzerinde test edilerek mevcut ölçek ile kıyaslamalar yapılabilir. GZY yöntemi izleyen çalışmalarda proje değerlendirme dışında, diğer işletmecilik karar problemlerine uygulanabilir, literatürde örnekleri olduğu üzere diğer ÇKKV yöntemleri ile bütünleşik ya da karşılaştırmalı olarak kullanılabilir.

## **AN ALTERNATIVE SCALE PROPOSAL FOR PROJECT EVALUATION USING BEST WORST METHOD: THE CASE OF KOSGEB**

### **1. INTRODUCTION**

In this study, the Best Worst Method (BWM), which is proposed as a new method in the literature by modeling the project evaluation process as a multi-criteria decision-making problem, and which operates a decision process based on paired comparisons, has determined the importance and score equivalents of the criteria used in project evaluation. The pairwise comparisons method was first developed by Thurstone (1927), and later on, it was used in MCDM methods by using pairwise comparisons as a decision matrix in subsequent studies. Decision problems have started to be examined through pairwise comparisons, especially with AHP and ANP methods developed by Saaty. Binary comparisons essentially allow the decision maker to make effective decisions, but have some disadvantages. The first of these disadvantages is that a large number of binary comparisons have to be made to form a whole decision matrix. This process is a relatively long process. Secondly, in the paired comparison process, there are inconsistencies between paired comparisons due to insufficient information, lack of concentration of the decision maker, and misunderstanding.

BWM, which aims to eliminate these disadvantages based on the disadvantages of pairwise comparisons, allows to obtain a matrix of pairwise comparisons with fewer comparisons over two vectors instead of using a pairwise comparison matrix by making all evaluations in the process of paired comparisons. Because of the advantages listed in this study, the BWM method was used to determine the importance of the criteria. The aim of the study is to shorten the evaluation process relatively with less pairwise comparison and to obtain more consistent results.

### **2. METHODOLOGY AND FINDINGS**

The Best Worst Method (BWM) was proposed by Rezaei (2015) as a MCDM method based on paired comparisons. Although the pairwise comparisons process allows effective decisions, it also has some disadvantages. Each of the criteria examined in the AHP method is converted into a decision matrix by comparing them in pairs with other criteria. Although this process is a relatively long process, it results in inconsistency due

to insufficient information of the decision maker, lack of concentration of the decision maker, misunderstanding / interpretation. Unlike AHP, BWM has been developed to shorten the pairwise comparisons process and to minimize the disadvantages mentioned above.

BWM, which was first proposed in 2015, is a relatively new method, but it has been used in many studies in a short time and has been successfully applied.

In this study, the criteria in the scoring table currently used by KOSGEB in project evaluation were accepted as the criteria set, and the expert decision-making group was evaluated by BWM and an alternative scoring table was obtained.

Within the scope of the application, an expert group has been formed that has knowledge of KOSGEB's goals in project calls. The expert group has previously worked as an instructor on behalf of KOSGEB to score the criteria used in project evaluation and as project evaluation experience for an institution like KOSGEB etc. The evaluations of the expert group were analyzed using BWM.

According to the result of the analysis, the importance order of the criteria was determined as  $K1 \succ K2 \succ K5 \succ K6 \succ K4 \succ K3$

According to the analysis results, the scorecard proposed b using BWM and currently used by KOSGEB is shown in the table below.

Criterion	BWM Scores	KOSGEB Scores
K1 Evaluation of the Economic Impact of the Investment Project	40	25
K2 Technical Competence of the Business and the Investment Project	18	25
K3 Physical Structure Adequacy of the Investment Site	4	10
K4 Investment Work-Time Planning	9	10
K5 Budget and Cost Effectiveness	17	15
K6 Sustainability of the Investment Project	12	15

When the analysis results are examined, although the weights of the criteria differ, a score table is proposed in a parallel ranking with the ranking of the score scale that is created according to KOSGEB expectations. Both the ranking in the same direction and the consistency ratio calculation made as a result of the analysis show that the findings obtained are consistent. It is seen that the BWM method can be applied successfully in such a decision problem.

### 3. DICUSSION AND CONCLUSION

The project process is a process in which institutions and organizations financially fund external stakeholders in order to get support from external stakeholders and create outputs in areas they want to improve.

This process begins when the institution and organization allocate a fund specific to the

---

area they have previously taken into the plan and program and inform the stakeholders with project calls within the framework they have determined to use this fund. The most important part for the institution or organization calling for a project is the use of the allocated and distributed funds in the most efficient projects and the maximum benefit for the institution and organization. For this purpose, many methods have been proposed in the literature and different researchers evaluated the project selection process with different approaches.

In this study, using BWM, a new method in the literature, the evaluation table used in the project evaluation within the scope of the “KOSGEB SME Technological Product Investment Support Programme” was examined, and an alternative scoring table was obtained by analyzing the evaluations of the expert group on the basis of pairwise comparisons. The obtained scoring table was examined with the current score table, and the consistency of the findings was observed. In addition, the proposed BWM is compared with the AHP method, which follows the analysis steps on the basis of paired comparisons, and the advantages and disadvantages of the method are tried to be revealed.

---

## KAYNAKÇA

- Altun, A., & Demir, Y. (2015). Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Tarımsal Araştırma Projelerinin Değerlendirilmesi ve Seçimi. *Toprak Su Dergisi*, 4(2), 41-48.
- Amiri, M. P. (2010). Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert systems with applications*, 37(9), 6218-6224.
- Arıbaş, M., & Özcan, U. (2016). Akademik Araştırma Projelerinin AHP ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 19(2), 163-173.
- Atıcı, K. B., & Ulucan, A. (2009). Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 161-186.
- Badri Ahmadi, H., Kusi-Sarpong, S., & Rezaei, J. (2017). Assessing the social sustainability of supply chains using Best Worst Method. *Resources, Conservation and Recycling*, 126(May), 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.020>
- Bakshi, T., & Sarkar, B. (2011). MCA based performance evaluation of project selection. *International Journal of Software Engineering & Applications*, 2(2), 14-22.
- Bakshi, T., & Sarkar, B. (2011). MCA based performance evaluation of project selection. *International Journal of Software Engineering & Applications*, 2(2), 14-22.
- Beemsterboer, D. J. C., Hendrix, E. M. T., & Claassen, G. D. H. (2018). On solving the Best-Worst Method in multi-criteria decision-making. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1660–1665. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.218>
- Çakır, E. ve Özdemir, M. (2016). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Altı Sigma Projeleri Seçiminde Uygulanması. *Business and Economics Research Journal*, 7(2), 167-201.
- Er Kara, M., & Firat, S. Ümit O. (2018). Supplier risk assessment based on best-worst method and k-means clustering: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su10041066>
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Sadaghiani, J. S., & Zavadskas, E. K. (2015). Multi-criteria project selection using an extended VIKOR method with interval type-2 fuzzy sets. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 14(05), 993-1016.
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Sadaghiani, J. S., & Zavadskas, E. K. (2015). Multi-criteria project selection using an extended VIKOR method with interval type-2 fuzzy sets. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 14(05), 993-1016.
- Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, 121, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.01.010>
- Gupta, H. (2018). Assessing organizations performance on the basis of GHRM practices using BWM and Fuzzy TOPSIS. *Journal of Environmental Management*,



---

226(August), 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.005>

- Gupta, H. (2018). Evaluating service quality of airline industry using hybrid best worst method and VIKOR. *Journal of Air Transport Management*, 68, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.06.001>
- Gupta, H., & Barua, M. K. (2016). Identifying enablers of technological innovation for Indian MSMEs using best-worst multi criteria decision making method. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.028>
- Gupta, H., & Barua, M. K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 152, 242–258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.125>
- Gupta, P., Anand, S., & Gupta, H. (2017). Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.005>
- Hafezalkotob, A., & Hafezalkotob, A. (2017). A novel approach for combination of individual and group decisions based on fuzzy best-worst method. *Applied Soft Computing Journal*, 59, 316–325. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.05.036>
- Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Raylı Sistem Projeleri Kararında AHS-HP ve AAS-HP Kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 3(3), 1-13.
- Hamurcu, M., & Eren, T. (2018). Kent İçi Ulaşım İçin Bulanık Ahp Tabanlı VIKOR Yöntemi İle Proje Seçimi. *Engineering Sciences*, 13(3), 217-228.
- Mou, Q., Xu, Z., & Liao, H. (2016). An intuitionistic fuzzy multiplicative best-worst method for multi-criteria group decision making. *Information Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.08.074>
- Nawaz, F., Asadabadi, M. R., Janjua, N. K., Hussain, O. K., Chang, E., & Saberi, M. (2018). An MCDM method for cloud service selection using a Markov chain and the best-worst method. *Knowledge-Based Systems*, 159(November 2017), 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.06.010>
- Omrani, H., Alizadeh, A., & Emrouznejad, A. (2018). Finding the optimal combination of power plants alternatives: A multi response Taguchi-neural network using TOPSIS and fuzzy best-worst method. *Journal of Cleaner Production*, 203, 210–223. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.238>
- Palaz, H., & Kovancı, A. (2008). Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiliminin AHP İle Değerlendirilmesi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 3(3), 53-60.
- Pamučar, D., Petrović, I., & Ćirović, G. (2018). Modification of the Best–Worst and MABAC methods: A novel approach based on interval-valued fuzzy-rough numbers. *Expert Systems with Applications*, 91, 89–106. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.042>
- Popović, G., Stanujkić, D., & Stojanović, S. (2012). Investment project selection by applying copras method and imprecise data. *Serbian Journal of Management*, 7(2),

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega (United Kingdom)*, 64, 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001>

Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J., & Tavasszy, L. (2016). A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.125>

Rezaei, J., van Roekel, W. S., & Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, 68(December 2017), 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.007>

Rezaei, J., Wang, J., & Tavasszy, L. (2015). Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.073>

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.

Salimi, N., & Rezaei, J. (2018). Evaluating firms' R&D performance using best worst method. *Evaluation and Program Planning*. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2017.10.002>

San Cristóbal, J. R. (2011). Multi-criteria decision-making in the selection of a renewable energy project in spain: The Vikor method. *Renewable energy*, 36(2), 498-502.

Shojaei, P., Seyed Haeri, S. A., & Mohammadi, S. (2018). Airports evaluation and ranking model using Taguchi loss function, best-worst method and VIKOR technique. *Journal of Air Transport Management*, 68, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.006>

Tian, Z. peng, Wang, J. qiang, & Zhang, H. yu. (2018). An integrated approach for failure mode and effects analysis based on fuzzy best-worst, relative entropy, and VIKOR methods. *Applied Soft Computing Journal*, 72, 636–646. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.03.037>

van Roekel, W. S. (2017). *Improving International Logistics Performance Measuring*. Delft University of Technology.

Wan Ahmad, W. N. K., Rezaei, J., Sadaghiani, S., & Tavasszy, L. A. (2017). Evaluation of the external forces affecting the sustainability of oil and gas supply chain using Best Worst Method. *Journal of Cleaner Production*, 153, 242–252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.166>

Yıldız, A. (2014). Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 115-128.

<b>KATKI ORANI / CONTRIBUTION RATE</b>	<b>AÇIKLAMA / EXPLANATION</b>	<b>KATKIDA BULU / CONTRIBU</b>
Fikir veya Kavram / <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak / <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Bahadır Fatih Y
Tasarım / <i>Design</i>	Yöntemi, ölçeği ve deseni tasarlamak / <i>Designing method, scale and pattern</i>	Bahadır Fatih Y
Veri Toplama ve İşleme / <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlenmek ve raporlamak / <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Bahadır Fatih Y
Tartışma ve Yorum / <i>Discussion and Interpretation</i>	Bulguların değerlendirilmesinde ve sonuçlandırılmasında sorumluluk almak / <i>Taking responsibility in evaluating and finalizing the findings</i>	Bahadır Fatih Y
Literatür Taraması / <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak / <i>Review the literature required for the study</i>	Bahadır Fatih Y