



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Proje Seçim Problemi İçin AHP ve TOPSIS Bütünleşik Yaklaşımı: Bir Proje Yönetim Firmasında Uygulama

Ahp and Topsis Integrated Approach for the Project Selection Problem: Application in a Project Management Company

Yazar(lar) (Author(s)): Melike Gökçen ÜNVER¹, Feride Fatmanur ÖZCAN², Mehmet PINARBAŞI³

¹ ORCID ID: 0009-0004-6801-3518

² ORCID ID: 0009-0004-1517-4035

³ ORCID ID: 0000-0003-3424-2967

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Ünver M.G., Özcan F.F., Pınarbaşı M., "Proje Seçim Problemi İçin Ahp ve Topsis Bütünleşik Yaklaşımı: Bir Proje Yönetim Firmasında Uygulama", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(3): 147-163, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1537826



Proje Seçim Problemi İçin AHP ve TOPSIS Bütünleşik Yaklaşımı: Bir Proje Yönetim Firmasında Uygulama

Melike Gökçen ÜNVER¹, Feride Fatmanur ÖZCAN², Mehmet PINARBAŞI^{3,*}

^{1,2,3} Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71000, YAŞIŞIHAN/KIRIKKALE

Öz

Belirlenen zaman içerisinde belirli amaç etrafında toplanan bir grubun yaptığı çalışmalar proje olarak adlandırılmaktadır. Proje sahibi kurumlar yapılacak olan projeleri işi görecektir olan kurumlara duyurur. Kurumlar bu projeler üzerinde gereklilikleri yerine getirmek şartıyla anlaşmaları imzalar. Projenin yapımını üstlenme aşamasında projeye dair birçok kriterin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu kriterlerin her birinin önemi farklıdır. Eğer proje bu kriterleri istenen düzeyde sağlayabiliyorsa projede anlaşmaya varılır ve yapımı gerçekleştirilir. Bu aşamada proje yapımını üstlenen taraf birçok proje içerisinde kriterlerini en iyi ölçüde sağlayıp en iyi kazancı getirecek uygun projeyi seçmekte zorluk yaşar. Kısıtlı kaynakların kullanımı ve proje yapımının belirli maliyetler oluşturması nedeniyle birçok projenin arasından seçilen projenin en uygun proje olması proje bazlı çalışan kurumlar için büyük önem arz etmektedir. Yanlış bir proje seçiminde kaynakların israfı, zarar etme, anlaşmazlıklar, sürecin iyi yönetilememesi gibi sorunlar söz konusu olabilmektedir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak proje seçim problemi üzerinde durulmuştur. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinin ardından Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Belirlenmiş alternatif projeler oluşan ağırlıklar kullanılarak TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiş ve uygun proje sırası elde edilmiştir. Önerilen çözüm yaklaşımı demir-çelik, savunma ve otomotiv sektörlerinden proje bazlı işler alıp yürüten bir firmada gerçek veriler ile uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre maliyet ve kar kriterleri en önemli kriterler, proje çeşidi ve müşteri ilişkisi kriterleri ise diğer kriterlere göre en az öneme sahip kriterler olarak belirlenmiştir. Yapılan TOPSIS uygulaması sonucunda alternatif projelerden inşaat projeleri ilk sırada çıkmıştır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 02/09/2024
Yayın: 31/12/2024

Anahtar Kelimeler

Proje seçim problemi
AHP
TOPSIS
Seçim kriterleri
Çok kriterli karar verme

Keywords

Project selection problem
AHP
TOPSIS
Selection criteria
Multi-criteria decision making

AHP And TOPSIS Integrated Approach for the Project Selection Problem: Application in a Project Management Company

Abstract

The activities carried out by a group gathered around a specific purpose within a specified time is called a project. Project owner institutions announce the projects to be carried out to the institutions that will undertake the work. Institutions sign agreements on these projects on condition that they fulfill the requirements. Many criteria regarding the project need to be taken into consideration when undertaking the construction of the project. Each of these criteria has different importance. If the project meets these criteria at the desired level, an agreement is reached on the project and its construction is carried out. At this stage, the party undertaking the project faces difficulty in selecting the most suitable project from numerous ones that can best fulfill its criteria and generate optimal returns. Due to limited resource utilization and specific costs associated with project construction, it is crucial for organizations working on a project basis that the selected project stands out as most suitable among various alternatives. Choosing an inappropriate project may lead to resource wastage, financial loss, disputes, and ineffective management of processes. In this study, the project selection problem is focused on using multi-criteria decision-making methods. Following the determination of evaluation criteria, Analytic Hierarchy Process (AHP) was utilized to prioritize these criteria based on their weights. The determined alternative projects were evaluated with the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method using the resulting weights and the appropriate project order was obtained. The proposed solution approach was implemented with real data in a company that undertakes and executes project-based works from the iron-steel, defense and

*İletişim yazarı, e-mail: mpinarbasi@kku.edu.tr

automotive sectors. According to the results obtained, cost and profit criteria are determined as the most important criteria, while project type and customer relationship criteria are determined as the least important criteria compared to other criteria. Following TOPSIS application results revealed that construction projects ranked first among alternative projects.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Proje, bir veya daha fazla kişinin bir araya gelerek belirli süre içerisinde benzeri olmayan bir ürünü veya hizmeti ortaya koyması olarak tanımlanabilir [1]. Kurumlarda aynı anda birçok proje yapılabilmektedir. Bu süreçte projeler kabul edilmeden önce belirli kısıtlara tabi tutularak kurum menfaati için projeler birbiriyle kıyaslanır. Bu kıyaslama sonucunda projeler için kriterler ve önem değerleri konusu öne çıkar. Projelerin seçilen kriterler ile değerlendirilmesi proje seçim problemi (PSP) olarak tanımlanmaktadır. PSP elde bulunan kaynakların etkin kullanımı ve istenen sonucu elde etmek için, proje yapan tarafın amacına ve kaynaklarına hizmet edecek kriterlerin göz önünde bulundurulmasıyla elde edilen projelerin değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeler sonucunda hangisinin yapılacağına karar verilmesi şeklinde tanımlanabilir. Bir proje yapılırken sınırsız kaynaklardan yararlanılmaz, elde bulunan kaynakların oluşturduğu kısıtlar dâhilinde projeler gerçekleştirilir. Bu kısıtlar; bütçe, zaman, işgücü, kapasite vb. kısıtlar olabilir. Bu yüzden proje yapımına karar verileceği zaman elde bulunan kaynakların oluşturduğu çerçevede amaca yönelik kriterler göz önünde bulundurulur. Bu çalışmanın konusu da proje seçim problemidir. Çalışmada, PSP için kriterlerin ağırlıklandırılması için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve alternatif projelerin seçimi için TOPSIS bütünlük yaklaşımının uygulanması ele alınmıştır.

Proje seçimi birçok sektörü kapsayan geniş kapsamlı bir problemdir. Bu sebeple neticesinde PSP çözümü karmaşık birçok neden ve etkenin etkisine açıktır. Projelerin kurumlara kar sağlayabilmesi için şu özellikler aranır: (i) projenin ilerleyen zamanlarında beklenmeyen sonuçlarla karşılaşılması, (ii) beklenmedik sonuçların en aza indirilmesi, (iii) proje alıcısının elde bulunan kaynakların farkına vararak işe başlaması, (iv) kapasitelerinin üstünde bir iş almaması. Bu özelliklerinden dolayı PSP literatürde genellikle seçilmiş bir sektör üzerinde uygulanmıştır [2]. Sadece savunma sanayinde PSP'yi ele alan çalışmalar tek sektöre odaklanmış çalışmalara örnek verilebilir [3]. Ancak gerçek hayatta firmalar birçok sektörde projeler yürütebilmektedir. Sektörlerin farklılaşması PSP'yi daha da zorlaştırmaktadır. Kriterlerin seçiminin ve uygun seçim yönteminin belirlenmesi proje yöneticilerinin karşılaşacağı zorlayıcı problemler olacaktır. Bu sebeplerle çalışmada farklı sektörlerde projeler yürüten bir proje yönetim firmasında PSP'nin çözümüne odaklanılmıştır.

Farklı sektörlerde projeler yürüten bir proje yönetim firmasında en önemli problem firma kaynaklarını etkin şekilde kullanarak hangi projelerin seçileceğidir. Bu bağlamda çalışmanın literatüre katkılarını şu şekilde vermek mümkündür. Belirli bir sektörde değil birçok sektörde projeler yöneten bir firma için PSP çözülmüştür. PSP için sektör bağımsız bir seçim kriter havuzu önerilmiştir. PSP için AHP ve TOPSIS bütünlük bir çözüm önerisi sunulmuştur. Gerçek veriler kullanılarak bir vaka analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma giriş bölümünden sonra şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde kapsamlı bir literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölüm çalışmada kullanılan AHP ve TOPSIS bölümü hakkında bilgi verir. Tüm detayları ile PSP'nin bir uygulaması Bölüm 4'te sunulmuştur. Çalışma Bölüm 5'te verilen sonuç bölümü ile sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE REVIEW)

Bu bölümde PSP hakkında kapsamlı bir literatür taraması yapılmış elde edilen çalışmaların bir listesi verilmiştir. İlgili liste Tablo 1'de görüldüğü şekildedir. Tablo 1'de yapılan taramadan çıkardığımız sonuçlara göre; PSP çözümünde en önemli aşama kriterlerin belirlenmesi aşamasıdır. Kriterler projelerin sektörüne, alanına, niteliklerine göre değişebilmektedir. Ayrıca literatür çalışmalarında kriterlerin belirlenmesinde genellikle uzman görüşünden faydalandığı söylenebilir. Uzman görüşleri grup karar verme tekniği ile karar verme yönteminin ilgili sürecinin planlanmasında kullanılır.

Literatür araştırması ile projelerin seçiminde kullanılan çalışmalarda genel ve özel kriterler olmak üzere iki tür kriterlerin ele alındığı görülmüştür. Özel kriterlere örnekler vermek gerekirse; Ar-Ge alanında yapılan

proje seçiminde inovatif yön [4], bilgi sistemleri alanında IS proje yeteneği [5], hastane yönetimi alanında mevcut hastanelerin doluluk oranı [6], savunma sanayi alanında teşkilat değişikliği ihtiyacı [3], inşaat sektöründe proje seçiminde coğrafi konum [7], lojistik sektöründe hız [8], yatırım projesi seçiminde sermaye karlılık oranı [9], üretim sektöründe proje seçiminde geri ödeme süresi [10]. Buradan sektöre bağlı olarak özel kriterlerin oluşabileceği ve oluşan kriterlerin değişiklik gösterebileceği sonucu çıkarılmaktadır.

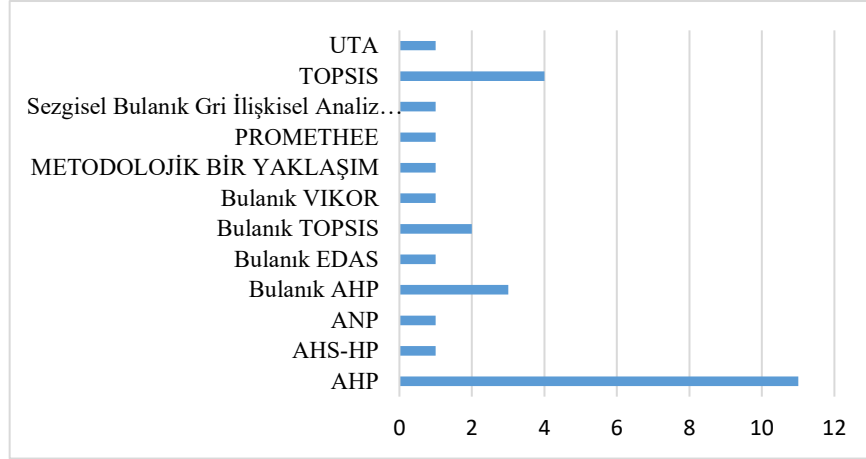
PSP’de tüm alan ve sektörlerde ortak kriterler de bulunmaktadır, bu kriterlere genel kriterler de denebilir. Literatürde bulunan çalışmalarda da sıkça genel kriterler kullanılmıştır. Bu kriterlere örnek şu kriterler verilebilir: maliyet [11], kapasite [8], proje süresi [12], bütçe [13], personel sayısı [14], uygulanabilirlik [15], teknolojik yeterlilik [16], pazar analizi [16], alt yapı ve ekipman yönünden yapılabirlik [2], kar [17], kaynak gereksinimleri [7]. Bu kriterler çoğu proje için geçerli nitelikte olacak genel kriterlerdir.

Literatürde ÇKKV yöntemleri tekli, ikili veya çoklu olarak kullanılmıştır. Literatürde ÇKKV yöntemlerinden sadece birini kullanarak PSP’ye çözüm üreten çalışmalar mevcuttur. Alyamani ve Long [18] PSP için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Binici ve Aksakal [16], UTA yöntemini kullanmışlardır. Cheng ve Lı [7], ANP yöntemini kullanmışlardır. Dodangeh vd. [17] TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Düzdar Argun ve Acar [15], AHP yöntemini kullanmışlardır. Hamurcu vd. [8], AHP yöntemini kullanmışlardır. Enea ve Piazza [19], Bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır [13], MBY yöntemini kullanmışlardır. Kalender ve Aygün [10], PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Kas Bayrakdaroğlu ve Kundakcı [4], Bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır. Khalili-Damghani ve Sadi-Nezhad [20], Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Yakıcı Ayan ve Perçin [21], Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Yıldırım ve Kuzu Yıldırım [22], SBGI yöntemini kullanmışlardır. Yıldız [23], Bulanık VIKOR yöntemini kullanmıştır. İncelenen çalışmalardan 14’ü tekli yöntem kullanarak PSP’yi ele almıştır.

İki yöntemi bir arada kullanan literatür çalışmaları ise şu şekildedir: Baysal Türkölmez [24] yazılım sektöründe PSP’yi çözmek için TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Amiri [22], AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Bellahcene vd. [25] AHP ve ATBHP yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Gökşen ve Çevik [9], AHP ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Hamurcu ve Eren [26], AAS-HP ve AHS-HP yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Hamurcu ve Eren [27] bir başka çalışmalarında ise Bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Karaman ve Çerçioğlu [6], AHP ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Mahmoudi vd. [28] OPA ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Taş vd. [11] AHP ve HPKM yöntemlerini kullanmışlardır. Uçakcıoğlu ve Eren [12], AHP ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Xiaoxia Duan [5], AHP ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmıştır.

Nadirde olsa literatürde üç ve daha fazla ÇKKV yöntemini bir arada kullanan çalışmalar da mevcuttur. Kurtay vd. [3] AHP, ARAS, EDAS, MATU, MOORA, NBÖP, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini proje değerlendirmesinde karşılaştırmalı olarak kullanmışlardır. Yıkıcı ve Özçelik [29]; ARAS, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV), belirlenmiş kriterlerin dahilinde alternatif seçimini en iyilemek için kullanılırlar. Literatürde birçok ÇKKV yöntemi bulunmaktadır [14]. Bu yöntemler seçim problemlerinde sıklıkla başvurulan yöntemlerdir. Literatür araştırmasında elde edilen verilerden oluşturulan Şekil 1’de de görüldüğü üzere AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kolay kullanımı sayesinde sıklıkla tercih edildiği söylenebilir. Literatürün bulunduğu durumun daha anlaşılır görülmesi amacıyla oluşturulan Şekil 1 ve Şekil 2’nin oluşturulmasında Tablo 1’de verilen tüm yerli ve yabancı kaynaklar kullanılmıştır.



Şekil 1. Literatürde yer alan proje seçim çalışmalarının yöntemleri

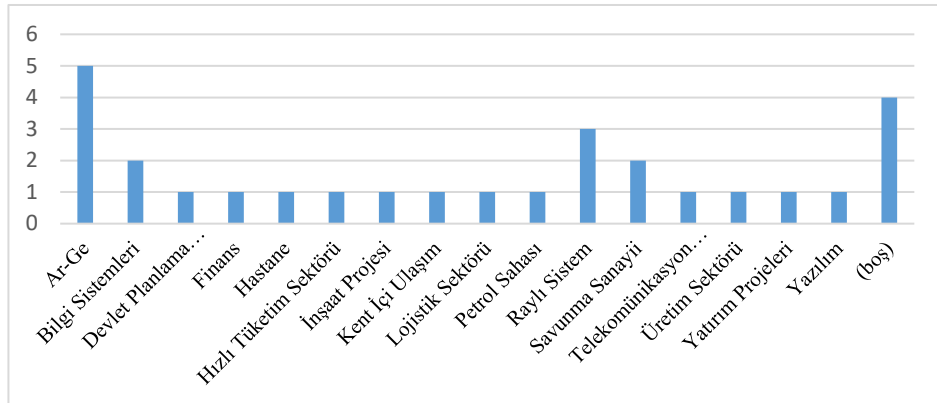
Proje seçimi birçok sektör ve alanda gerçekleştirilen bir eylemdir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; Şekil 2’de de gösterildiği üzere PSP üzerine en fazla Ar-Ge alanında çalışma yapılmıştır. . Bunu takiben Raylı Sistem [8], Savunma Sanayii [3] ve Bilgi Sistemleri [25] gelmektedir. Bu sektörlerde PSP çalışmalarının yoğunlaşmasının nedeni bu alanlarda genellikle proje tipi üretim gerçekleştirilmesindedir. Bunun yanı sıra savunma sanayi gibi sektörlerdeki projelerin oldukça yüksek bütçelere sahip olması da çalışmaların yapılmasında bir etkidir. Literatür incelendiğinde birçok sektörde faaliyet gösteren bir firma için PSP üzerinde yapılmış bir çalışmanın literatürde olmadığı görülmüştür.

Tablo 1. Literatür araştırması

Yazarlar	Uygulama alanı/yeri	Yöntemler																							
		0-1 HP	AHP	AAS-HP	AHS-HP	ANP	ARAS	ATBHP	B. AHP	B. EDAS	B. TOPSIS	B. VIKOR	EDAS	HPKM	MAUT	MOORA	MBY	NBÖP	OPA	PROMETHEE	SBGI	TOPSIS	UTA	VIKOR	
Amiri [22]	Petrol sahası		√								√														
Alyamani ve Long [18]								√																	
Baysal Türkölmez [24]	Yazılım																					√		√	
Bellahcene vd. [25]	Bilgi sistemleri		√						√																
Binici ve Aksakal [16]	Ar-ge																						√		
Cheng ve Li [7]	İnşaat projesi					√																			
Dodangeh vd. [17]	Telekomünikasyon projeleri																					√			
Düzdar Argun ve Acar [15]	Ar-ge		√																						
Enea ve Piazza [19]									√																
Gencer ve Doğan [13]	DPT projeleri																√								

Tablo 2. Devam

Yazarlar	Uygulama alanı/yeri	Yöntemler																							
		0-1 HP	AHP	AAS-HP	AHS-HP	ANP	ARAS	ATBHP	B. AHP	B. EDAS	B. TOPSIS	B. VIKOR	EDAS	HPKM	MAUT	MOORA	MBY	NBÖP	OPA	PROMETHEE	SBGI	TOPSIS	UTA	VIKOR	
Hamurcu vd. [8]	Lojistik sektörü		√																						
Hamurcu ve Eren [27]	Raylı sistem			√	√																				
Hamurcu ve Eren [30]	Kent içi ulaşım								√																√
Kalender ve Aygün [10]	Üretim sektöründe uygulama sı																			√					
Karaman ve Çerçioğlu [6]	Hastane		√																						√
Kas Bayrakdaroğlu ve Kundakçı [4]	Ar-ge										√														
Khalili-Damghani ve Sadi-Nezhad [20]	Finans										√														
Kurtay vd. [3]	Savunma sanayii		√						√				√		√	√		√				√		√	√
Mahmoudi vd. [28]																		√				√			
Taş vd. [31]	Monoray (raylı sistem)		√											√											
Uçakcıoğlu ve Eren [12]	Hava savunma sanayii		√																						√
Xiaoxia Duan [5]	Bilgi sistemleri		√																						√
Yakıcı Ayan ve Perçin [21]	Ar-ge										√														
Yıkıcı ve Özçelik [29]	Hızlı tüketim sektörü								√															√	√
Yıldırım ve Kuzu Yıldırım [2]	Ar-ge																				√				
Yıldız [23]												√													



Şekil 2. Literatürde yer alan proje seçim çalışmalarının alanları

Literatürde görüldüğü üzere birçok alan ve sektörde proje seçim çalışması yapılmıştır fakat bir proje yönetim firmasında PSP'ye yönelik literatürde bir çalışma olmadığı görülmektedir. Proje bazlı çalışan bir firmada, AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması ve TOPSIS yöntemiyle proje alternatiflerinin değerlendirilerek proje seçiminin uygulanması literatüre yeni bir katkıdır. Yapılan bu çalışma, proje bazlı çalışan tüm firmalara ve proje seçimi yapılan tüm çalışmalara genel uyarlanabilir bir kaynak niteliğine sahiptir. İlerleyen süreçte yapılacak diğer akademik çalışmalar için de bir kaynak niteliğindedir.

3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

3.1. AHP

AHP, Thomas L. Saaty [32] tarafından geliştirilmiş bir karar modelidir. ÇKKV problemlerini çözme konusunda oldukça sık uygulama sahası bulmuştur. Karar problemlerinde kriterler ve alt kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmaktadır.

AHP yöntemi problem tanımını başlar ve sonra problem ile ilgili amaç belirlenir. Kriterler amaca etki edecek şekilde belirlenir. Kriterlerin birbirlerine göre görece üstünlükleri ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak modellenir. İkili karşılaştırma matrisinin boyutu $n \times n$ şeklindedir. İkili karşılaştırma matrisindeki köşegen değerler 1 değerini alır. İkili karşılaştırma matrisleri Eşitlik 1'de verilen yapıda oluşturulur. Bunun için kriterlerin birbirlerine göre önem skalası olarak Tablo 2'de verilen Saaty [32] tarafından geliştirilmiş ölçek kullanılır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{n1} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{n2} \\ 1/a_{n2} & 1/a_{n2} & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

Tablo 2. Saaty 1-9 önem skalası

Önem değerleri	Değerler
1	Her iki faktör eşit önemde ise
3	Kriter 2, kriter 1'den daha az önemli ise
5	Kriter 1, kriter 2'den daha önemli ise
7	Kriter 1, kriter 2'den çok daha önemli ise
9	Kriter 1, kriter 2'den kesinlikle daha önemli ise
2,4,6,8	Ara değerler

Öz vektörün hesaplanması: Eşitlik 3'teki matriste oluşturulan her bir eleman ikili karşılaştırma matrisini Eşitlik 2 yardımıyla hesaplar.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (3)$$

Eşitlik 4'te faktörlerin önem derecelerini belirten yüzde önem dağılım dereceleri oluşturulur. Bu değerler Eşitlik 3'teki B matrisinin satır ortalamaları kullanılarak elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (4)$$

Tutarlılık oranı (CR) hesaplanması: Çalışmanın tutarlılığını test etmek için uygulamada AHP yönteminde elde edilen ağırlıklar kullanılır. Karar matrisi ile öz vektörün çarpılması sonucu tutarlık testi için Eşitlik 5'teki D vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_m \end{bmatrix} \quad (5)$$

Eşitlik 6'daki E_i sütun vektörü, bulunan D sütun vektörünün öz vektöre bölünmesi formülü kullanılarak elde edilir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

Eşitlik 7'de elde edilmek istenen λ değeri, E sütun vektörünün aritmetik ortalamasının alınması biçimde gösterilmiştir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (7)$$

Tutarlılık oranı (CR) Eşitlik 8 ile hesaplanır. Eşitlikte geçen rassallık değeri Tablo 3'ten kriter sayısına göre belirlenir.

Tablo 3. Rassallık göstergesi tablosu

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

Eşitlik 8’de uygulanan karşılaştırmanın tutarlılık oranı sonucu 0.10’dan küçükse karşılaştırmanın tutarlı olduğu söylenebilir. Fakat sonuç 0.10’dan büyükse karşılaştırmada işlemlerde bir yanlışın olduğu ya da verilerde tutarsızlık saptandığı sonucuna varılır ve ikili karşılaştırma matrisi gözden geçirilir.

3.2. TOPSIS

1981 yılında Hwang ve Yoon [33] tarafından TOPSIS yöntemi geliştirilmiştir ve ideal çözüme olan uzaklıklar göz önüne alınarak planlanmıştır. TOPSIS karar verme problemlerinde hangi alternatifin en iyi olduğu ve bu alternatiflerin sıralanmasını elde eder. Altı adımdan oluşan TOPSIS yöntemi aşağıda verilmiştir [34, 35, 36].

1-adım: Karar matrisinin (A) ’nın oluşturulması:

m, karar birimi sayısı; n, karar kriteri sayısını göstermek üzere,

2-adım: Standart karar matrisinin oluşturulması:

Karar matrisi R matrisi için her bir eleman A matrisi kullanılarak Eşitlik 9 ile hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (9)$$

3-adım: Ağırlıklı standart karar matrisi (V)'nin oluşturulması

Kriterlerin ağırlık oranları bulunur. Bulunan ağırlık oranları yorumlanır. Ağırlıklı standart karar matrisi sonucu, standart karar matrisindeki ilgili kriter değeri ile her ağırlık değeri çarpılarak bulunur.

Ağırlık değerleri (wi) Eşitlik 10 ile bulunur.

$$\sum_{i=1}^n wi = 1 \quad (10)$$

Daha sonra ağırlıklı standart karar matrisi (V) matrisi: Wi değeri ilgili R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ile çarpılarak bulunur.

4-adım: İdeal (A+) ve negatif ideal (A-) sonuçların bulunması

Katkı kriteri birinci şartla, karar kriteri maksimizasyon yönlü sonuçlandığı durumda; ikinci şartlara göre seçim oluşturması, maliyet kriteri bulunduğu yani minimizasyon yönlü olduğunda; (A+) ve (A-) çözümleri m elemanlı biçimi Eşitlik 11 ile 12’de gösterildiği şekildedir.

$$A^+ = \{(max_i v_{ij} | j \in J), (min_i v_{ij} | j \in J)\} \quad (11)$$

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J), (max_i v_{ij} | j \in J)\} \quad (12)$$

5-adım: Euclidian uzaklık yaklaşımı

Her bir karar noktası için Eşitlik 13 ve 14 ile ideal ayırım ölçütleri bulunur.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (14)$$

6-adım: İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması

İdeal sonuca görelî yakınlık ayırım ölçütleri uygulanarak aşağıdaki eşitlik sayesinde bulunur.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_j^- + S_i^*} \quad (15)$$

$0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığı elde edilen sonuç; karar noktasının ideal sonuca ilgili $C_i^* = 1$; negatif çözüme mutlak mesafesini sunar $C_i^* = 0$ alakalı karar noktası.

4.UYGULAMA (APPLICATION)

Bu bölümde çalışma da geçen problemin tanımlanması, problemin çözümlenmesinde kullanılan kriterlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi, belirlenmiş alternatiflerin ağırlıklar kullanılarak seçilmesi yapılır.

Bu çalışmada yapılmış olan uygulamaların akış şeması Şekil 3'te verildiği gibidir. Akış şeması problemin belirlenmesi ile başlamaktadır. Daha sonra proje seçimine etki eden kriter setleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin seçim problemine etki seviyesini belirlemek için AHP yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmıştır. Firma ile yapılan görüşmelerden farklı sektörlerden yapılan proje başvuruları değerlendirilerek alternatif proje seti belirlenmiştir. TOPSIS yöntemi ile belirlenen alternatifler arasından en uygun projelerin seçilmesi için bir sıralama elde edilmiştir. Akış elde edilen sonuçların yorumlanması ile sonlandırılmıştır.



Şekil 3. Uygulama akış şeması

4.1. Problemin Belirlenmesi

Bu bölümde proje ekibinin problem belirleme aşamasından bahsedilecektir. Projelerde uygulayıcı tarafların projelerin yapımına dair anlaşmalarından önce kendi kurumlarını (kısıtlar, amaçlar vb. bakımdan) göz önünde bulundurmaları ve daha sonra karar vermeleri gerekmektedir. Bu safhada kurumlara birçok proje uygulama/yapım teklifi gelmektedir ve ilgili kurum tüm bu projeler içinden kriterlerine en uygun olan proje ya da projeleri seçmek istemektedir. Bu şekilde birden fazla proje içerisinden uygun proje ya da projelerin belirlenmesi proje seçim problemi olarak adlandırılır.

Bu çalışmada finansal, kaynak bazlı, projenin uygulanabilirliği ve sosyallik açısından belirlenmiş bir kriter seti üzerinden bir proje firmasına yapılan proje başvurularından en uygun olanlarının seçimi üzerinde durulacaktır. Sonraki bölümlerden seçime etki eden kriterler belirlenecektir. Sonrasında belirlenmiş alternatif proje setinden en uygun sıralama elde edilecektir.

4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada dikkate alınacak kriter seti gözlem, araştırma, firma görüşmeleri ve uzman ekipçe yapılan grup karar verme tekniği sonucunda tespit edilmiştir. Çalışmada değerlendirme yapan uzman ekip hakkında bilgiler Tablo 4'te verilmiştir. Çalışmalar sonucunda 4 adet ana kriter, 16 adet alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterler açıklamalarıyla birlikte Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Uzman ekip

Uzman	Pozisyon	Meslek	Deneyim (yıl)
1	Doçent	Akademisyen	16 yıl
2	İşveren	Mühendis	15 yıl
3	Proje çalışanı	Mühendis	4 yıl
4	Proje çalışanı	Mühendis	4 yıl

Tablo 5. Belirlenen kriterler ve açıklamaları

Ana kriterler	Alt kriterler	Açıklamalar
Finansal	Maliyet (MLY)	İşin firmaya getireceği maliyetin ayrılan bütçe ile karşılanıp karşılanamamasını ifade eder.
	Kar	Teslim edilecek ürünün sağlayacağı ekonomik yararı ifade eder.
	% Ceza payı (CP)	Projede gecikmeler ya da istenmeyen durumlar gerçekleştiği zaman katlanılacak olan cezayı ifade eder.
	Ödeme biçimi (ÖB)	Proje bedelinin ödeme şeklini (peşin, taksit vs.) ifade eder.
Kaynak	Hammaddelerin tedarik edilebilirliği (HTE)	Projede kullanılacak olan hammaddelerin tedarik edilip kullanılabilir duruma getirilme süresini ifade eder.
	Makine kapasitesi (MK)	Elde bulunan makinelerin alınan projeyi belirlenen sürede yapacak kapasiteye sahip olup olmamasını ifade eder.
	İşçi kapasitesi (İK)	Elde bulunan işçi ile bu işin gerekli atamalarla karşılanıp karşılanamayacağını belirlenmesini ifade eder.
	% Dış kaynak kullanımı (DK)	Teslim edilecek ürünün bütünleşmesi için üründe kullanılması adına firma dışında yaptırılacak işleri ifade eder.
Proje uygulanabilirliği	Teslim zamanı (TZ)	Projenin teslim edildiği güne kadar geçen süreyi ifade eder.
	Projenin yapılacağı süre (PS)	Projenin yapımında geçen süreyi ifade eder.
	Projenin yapılabilirliği (PY)	Projenin elde bulunan kaynaklar ile yapılabilmesi, zorluğunun yapılacak seviyede olup olmamasını ifade eder.
	Projenin karmaşıklığı (PK)	Projenin firma yeteneklerine göre ne kadar karmaşık bir yapıda olduğunu ifade eder.
	Proje çeşidi (PÇ)	Projenin hangi sektöre hizmet ettiğini (otomotiv sektörü, inşaat sektörü vb.) tanımlar.
Sosyal	Müşteri ilişkisi (Mİ)	Projenin alınacağı şirket ile olan ilişki ve güveni ifade eder.
	Prestij (P)	Firmaya sağlayacağı isimsel başarıyı firmanın isminin duyurulmasını ifade eder.
	Rekabet ve pazar analizi (RPA)	Kabul edilecek olan projenin sektördeki diğer firmalara karşı sağlayacağı rekabeti avantajını ifade eder.

4.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Bu aşamada Bölüm 3.1 bölümünde açıklanan AHP yönteminin adımları ve formülleri kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmıştır. Yapılan hesaplamalar adım adım aşağıda verilmiştir.

1. Ana kriterler ve alt kriterler kendi içlerinde Saaty'nin 1-9 skalası kullanılarak puanlandırılmış ve ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 6'da

verilmiştir. Örneğin uzmanlara göre finansal kriterler 3 puan alırken kriterlerin kaynakstal kriterlerin 1/3 alması; finansal kriterlerin, kaynakstal kriterlerden biraz daha önemli görülmesidir. Çünkü uzmanlar puansal değerlendirmeye ve iki tür kriterin karşılaştırmasında farklı nedenleri göz önünde bulundurup kıyaslamışlardır. İşletmenin en temel amacının kar elde edebilmek ve maliyeti minimize etmektir. Bu amacın uygulanabilmesinde içinde işletme için önemli yere sahip olan finansal kriterlerin, kaynakstal kriterlere göre daha yüksek puan alması gerekli olduğu ön görülmüştür. Finansal kriterler ve kaynakstal kriterler arası puan farkının az olmasının nedeni ise işletmenin üretim kaynaklarına sahip olmadan üretimi tamamlanamayacak olması göze alındığında 1/3 oranlaması kabul görülmüştür.

2. İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen değerler toplam sütun değerleriyle oranlanmış ve normalize karar matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen normalize karar matrisinde satır toplamlarının karar değişkeni sayısına bölümü ile öz vektör değerleri bulunmuştur. Elde edilen öz vektörler ile ikili karşılaştırma matrisinin matris çarpımından öz değer değerleri bulunmuştur. Ana kriterlerin normalize karar matrisi ve öz vektör, öz değer değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

3. Alt kriterlerin elde edilen öz vektörleri, bulunduğu ana kriterin öz vektör değeri ile çarpılmış ve tüm kriterlerin nihai öz vektör değeri yani ağırlığı bulunmuştur. Kriterlerin ağırlıkları Tablo 8’de belirtildiği gibidir.

4. (n: karar değişkeni sayısı) $\frac{1}{n} * \left(\sum_{n=1}^{16} \frac{\text{özdeğer}_n}{\text{özvektör}_n} \right)$ formülü ile ana kriter ve her alt kriter grubundan en büyük öz değer değeri bulunmuş olup daha sonra $\left(\frac{\text{en büyük özdeğer}}{n} * (n - 1) \right)$ formülünden tutarlılık indeks değeri hesaplanmıştır.

5. “Tutarlılık indeksi / 0,89” formülünden tutarlılık oranı hesaplanmış ve bulunan değerlerle tüm adımlar 0.01’den düşük çıkmıştır bu sayede tutarlı olarak yani güvenilir olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 6. Ana kriter karar matrisi

	Finansal	Kaynakstal	Proje uygulanabilirliği	Sosyal
Finansal	1	3	5	5
Kaynakstal	1/3	1	1	5
Proje uygulanabilirliği	1/5	1	1	3
Sosyal	1/5	1/5	1/3	1
Toplam	1 3/4	5 1/5	7 1/3	14

Tablo 7. Ana kriterlerin normalize karar matrisi ve öz vektör, öz değer değerleri

	Finansal	Kaynakstal	Proje uygulanabilirliği	Sosyal	Özvektör	Öz değer
Finansal	0,58	0,58	0,68	0,36	0,5482	2,3681
Kaynakstal	0,19	0,19	0,14	0,36	0,2195	0,9053
Proje uygulanabilirliği	0,12	0,19	0,14	0,21	0,1646	0,6968
Sosyal	0,12	0,04	0,05	0,07	0,0677	0,2761

Tablo 8. Kriter ağırlıkları

Ana kriterler	Alt kriterler	Ağırlıklar
Finansal	MLY	0,1726
	Kar	0,2902
	CP	0,0576
	ÖB	0,0278
Kaynaksal	HTE	0,1152
	MK	0,0457
	İK	0,0239
	DK	0,0347
Proje uygulanabilirliği	TZ	0,0635
	PS	0,0424
	PY	0,0204
	PK	0,0279
	PÇ	0,0104
Sosyal	Mİ	0,0152
	P	0,0217
	RPA	0,0307

En yüksek kriter ağırlığına sahip kriter kar olmuştur. Bunu sırasıyla maliyet ve hammaddelerin tedarik edilebilirliği kriterleri, yüksek kriter ağırlığına sahip olarak değer almıştır. Kar kriterinin yüksek çıkmasının nedeni her yapılan projenin en temel amaçlarından birinin kar elde etmek olmasıdır. İkinci en yüksek kriter ağırlığına sahip olan maliyet kriteri işletmelerin büyük çoğunluğunun işleyişini sürdürülebilmesi için temel belirleyicilerdendir. Hammaddelerin tedarik edilebilirliği işletmenin alacağı projeyi tamamlaması için gerekli en temel kriterlerden biridir. Hammaddelerin tedariki ne kadar zor olursa işletme nihai hedefinden o kadar uzaklaşır. Bu gereklilikleri uzman ekip göz önüne alarak değerlendirmiş ve yapılan çalışmada bu nihai sonuç elde edilmiştir.

En düşük kriter ağırlığına sahip kriter proje çeşidi olmuştur. Bunu sırasıyla müşteri ilişkisi ve projenin yapılabilirliği kriterleri en düşük ağırlığa sahip olarak değer almıştır. Proje çeşidinin diğer kriterlere göre daha düşük ağırlık değerinde çıkmasının nedeni işletmenin mecburi yapmak zorunda ve temel işleyişi durdurabilecek etkiye diğerlerine oranla daha az sahip oluşudur. Bu kriter işletmenin elinde bulunan projelerle yeni alacağı projeler arasında yoğunluk düzenini ve işletmenin zorlanabilme düzeyini iyileştirmeye çalışan işletme menfaatini güden bir kriterdir. Müşteri ilişkisi bir işletmede büyük önem taşır, diğer kriterle karşılaştırıldığında bu kriter işletmenin çevresel etmeni olan sosyal bir kriterdir. Üretimi iş direkt değil dolaylı yoldan etkilediği için diğer kriterlere kıyasla daha az ağırlık değerine sahip olmuştur. Müşteri ilişkisi, işletmeye uzun vadede kazandıran göz ardı edilmemesi gereken bir kriterdir. Bu gereklilikleri uzman ekip göz önüne alarak değerlendirmiş ve yapılan çalışmada bu nihai sonuç elde edilmiştir.

4.4. Alternatiflerin Belirlenmesi

Proje firmasına gelen altı örnek proje teklifi seçilmiştir. Projelerin farklı sektörlerde, farklı proje sahalarında ve farklı amaçlarda olmasına dikkat edilerek seçim yapılmıştır. Belirlenen alternatif projelerin detayları Tablo 9’ da verilmiştir. AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış olan kriterler kullanılarak TOPSIS yöntemi ile bu altı projenin sıralaması yapılmıştır.

Tablo 9. Belirlenen alternatif projeler ve içerikleri

	Alternatif projeler	Proje içerikleri
Proje-1	İnşaat projesi (İNŞ)	İnşaat projesidir. Firma inşaat projelerinde isteğe bağlı, apart, rezidans, proje yeri binası vb. konut projelerini alabilmektedir.
Proje-2	Petrokimya bakım tesisleri projesi (BKO)	Petrokimya bakım tesisleri projesi, Firmanın almış olduğu bir alt yapı projesidir. Gerek kullanılacak boruların imalatı gerekte zamanı geldiğinde bakımını temin edebildiği bir projedir.
Proje-3	İzolasyon işleri/iç tesisat(veya) projesi (İZTST)	Firmanın almış olduğu bir alt yapı projesidir. Gerek kullanılacak boruların imalatı gerekte zamanı geldiğinde bakımını temin edebildiği bir projedir.
Proje-4	Çelik konstrüksiyon projesi (ÇLKKN)	Firmanın fabrikasında yapılan ve fabrikadaki makinelerle üretilen çelik sektörü projesidir.
Proje-5	Depolama tankları projesi (DEPTNK)	Firmanın fabrikasında yapılan ve fabrikada makinelerle üretilen enerji sektörüne hitap eden bir ürün üretimi projesidir.
Proje-6	Parça üretimi projesi (PARÇÜ)	Firmanın fabrikasında yapılan ve fabrikada makinelerle üretilen genel olarak savunma sanayi sektörüne üretilen ürünlerdir. Firma burada bir yan sanayidir

4.5. Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Belirlenen alternatiflerin değerlendirilmesi Bölüm 3.2.'de verilen TOPSIS algoritmasına göre yapılmıştır. Karar matrisinin oluşturulması için kriterlere birimler belirlenmiştir. Maliyet (Mly) kriteri ve Kar kriteri para birimi ölçütüyle değerlendirilmiştir. Hammadde Tedarik Edilebilirliği (HTE), Ödeme Biçimi (ÖB), Projenin Yapılabilirliği (PY), Proje Çeşidi (PÇ), Proje Karmaşıklığı (PK), Müşteri İlişkisi (Mİ), Proje Prestiji ve Rekabet ve Pazar Analizi (RPA) kriterleri için 1-5 ölçeği kullanılmıştır. Ölçekte 1 çok yetersiz, 2 yetersiz, 3 az yeterli, 4 yeterli, 5 çok yeterli olacak şekildedir. Ceza Payı (CP) ve Dış Kaynak Kullanımı (DK) kriterleri için yüzde olarak ölçeklendirme yapılmıştır. Teslim zamanı (TZ) ve Projenin Yapılacağı Süre (PS) kriterlerinin birimi ay olarak belirtilmiştir. Ölçeklendirme uzman ekip tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kriterler kullanılırken maliyet, ceza payı, makine kapasitesi, işçi kapasitesi, dış kaynak kullanımı, projenin karmaşıklığı ve proje çeşidi projenin üstlenicisi tarafından minimize edilmek istenen, kurumunun devamlılığı sağlamsı için belli sınırlar içerisinde tutması gereken kriterlerdir.

Kar, hammadde tedarik edilebilirliği, ödeme biçimi, teslim zamanı, projenin yapılabilirliği, müşteri ilişkisi, prestij, rekabet ve pazar analizi kriterleri projeyi üstlenecek kurum tarafından maksimize edilmek istenen kuruma fayda sağlayan kriterlerdir.

Tablo 10'un oluşturulmasında; sosyal kriterlerden olan prestij kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesinde uzman ekip içerisinde yer alan firma sahibinin anlaşma sağladığı işlerdeki tecrübelerinden faydalanılmıştır. Örneğin petrokimya alanında ve inşaat alanında yaptığı işlerin niteliklerini farklı değerlendirmesi puanlamada etkili olmuştur, Petrokimya endüstrisinin nitelikli olmasından dolayı kurumun isminin daha çok duyulduğu ve prestijine olumlu yönde katkı sağladığı bilgisi ile puanlama yapılmıştır. Buradaki kıyaslamaya benzer şekilde sosyal kriterler uzmanlarca kıyaslanıp puanlandırılmıştır.

Tablo 10. Karar matrisi

Alternatif	MLY	Kar	CP	ÖB	HTE	MK	İK	DKK	TZ	PS	PY	PK	PÇ	Mİ	P	RPA
İNŞ	500000	10000000	5	5	5	1	15	1	18	12	5	1	1	5	3	3
BKO	4000	100000	1	5	4	2	5	1	0,5	0,5	4	5	3	1	1	2
İZTST	4000	20000	1	5	4	3	4	1	0,75	0,75	3	2	3	2	1	1
ÇLKKN	40000	20000	10	3	3	8	20	5	4	3	5	5	1	2	3	3
DEPTNK	90000	1000000	20	2	3	10	40	20	8	6	4	4	2	1	1	1
PARÇÜ	50000	400000	30	2	2	10	25	10	5	4	4	3	1	3	5	3

Denklem 13 ve Denklem 14 kullanılarak her bir alternatifin ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan uzaklıklar Tablo 11’de verilmiştir. C_i^* ideal sonuca yakınlık değerleri Denklem 15 kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen göreceli uzaklıklar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklık tablosu

Alternatif	S_i^+	S_i^-
İNŞ		0,3417
BKO	0,3428	0,0311
İZTST	0,3446	0,0285
ÇLKKN	0,3344	0,0383
DEPTNK	0,2985	0,0723
PARÇÜ	0,3222	0,0619

Tablo 12. Yakınlık katsayısı C_i^* tablosu

Alternatif	Yakınlık katsayısı C_i^*
İNŞ	1,1993
BKO	-0,0901
İZTST	-0,0997
ÇLKKN	-0,1294
DEPTNK	-0,2380
PARÇÜ	-0,3195

Elde edilen yakınlık katsayıları büyükten küçüğe doğru sıralanır. Proje şirketi için en uygun projeler İnşaat Projeleri (İNŞ) olarak görülmüştür. İnşaat projesi tekliği firmaya diğer projelere göre daha kar getiren ve kolay tedarik edilebilirliği kriterleri puanları sayesinde öne çıkmıştır İkinci uygun proje Petrokimya Bakım Tesisleri Projesinde (BKO) diğer projelere kıyasla işletmeye mal olacağı giderinin düşük, karının maliyete kıyasla daha yüksek olması diğer projeler arasında öne çıkmasını sağlamıştır, üçüncü uygun proje İzolasyon İşleri/İç Tesisat (veya) projesi olarak bulunmuştur İZTST projesinde hammadde tedarik edilebilirliği kriterinin diğer projelere oranla daha yüksek puana sahip olması sıralamasının öne çıkmasını sağlamıştır. İşletmenin en son tercih etmesi gereken projeler sırasıyla Depolama Tankları ve Parça üretimi olarak bulunmuştur. DEPTNK Projesi yüksek ceza payı puanlarıyla projeler arasında sıralamada geriye düşmüştür. PARÇÜ projesi pazar analizi kriterinin yüksek rekabettin oluşturduğu riskle diğer projelere kıyasla tercih edilmemesi gerekmiştir.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada proje seçim problemi ele alınmıştır. Bunun sebebi; kurumların proje seçme aşamasında belirli kriterleri göz önünde bulundurup amaçlarına uyan en iyi projenin seçiminde zorluklar yaşamasıdır. Yapılan bu çalışmada problemin çözülmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS kullanılmış olup ilk olarak AHP yöntemi ile kriterler belirlenip ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatifler belirlenip değerlendirilmiştir.

PSP’de belirlenen kriterler AHP yöntemi uygulanıp incelendiğinde kurum için en önemli kriterin kar olduğu, ikinci önemli kriterin ise maliyet olduğu görülmektedir. Son sırada yer alan iki kriter ise “Proje Çeşidi” ve “Müşteri İlişkisi” kriterleridir. TOPSIS uygulamasından elde edilen sonuçlara bakıldığında ise ilk sırada “İnşaat Projesi”, ikinci sırada “İzolasyon İşleri/İç Tesisat Projesi” olduğu görülmüştür. En düşük puana sahip proje ise “Depolama Tankları” olarak bulunmuştur. Bu sonucun oluşmasında, alternatiflerin karşılaştırılmasında kullanılan en önemli kriterler olan kar ve maliyet değerlerinin büyük ölçüde katkısı olduğu söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlara göre aynı anda gelen bu projelerden, firmanın inşaat projelerini seçmesi en uygunu olacaktır.

Çalışmada yapılmış olan kapsamlı literatür araştırmasından yararlanılarak proje seçim yöntemleri hakkında kapsamlı bir literatür araştırması yapılabilir. Çalışmanın kriterlerinin tüm projelere uygulanabilir olma özeliğinden faydalanarak daha öznel nitelikte oluşturulabilecek bir sektörde yeni çalışmalar yapılabilir. Herhangi bir sektör veya kurumda bu çalışmadan yararlanarak ANP yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılıp Bulanık TOPSİS yöntemi ile alternatiflerin seçilmesi sağlanabilir. Bu yöntemlerin yanı sıra çalışma kriterler aralığının kapsayıcılığını göz önünde bulundurulursa; alternatifler VIKOR, Sezgisel Bulanık EDAS yöntemi ile sıralanabilir. Bu projeden yararlanarak 0-1 hedef programlama destekli bütünleşik AHP veya ANP – VIKOR yöntemleri ile PSP üzerine çalışılabilir. Çalışmanın geniş kriter aralığından yararlanarak TOPSIS uygulaması yerine, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak alternatif seçimi yapılabilir. Bu çalışma, çoğu sektörü ilgilendiren ve kurumlarını geliştirmekte rol alan Proje Seçimi Problemleri ve Yöntemlerinin geleceğe katkı sunmasını destekler nitelikteki çalışmalara kaynak oluşturan devamlılığı sağlanabilir bir çalışmadır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Bu çalışmanın yazılmasında emeği geçen danışman hocamız ve uygulama yapılan kuruma teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Herhangi bir kurum veya kişi arasında çıkar çatışması yazılan makalede bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] N. Ömürbek, Y. Makas, V. Ömürbek, AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21 (2015) 59-83.
- [2] B. F. Yıldırım, S. Kuzu Yıldırım, Ar-Ge proje seçim süreci için yeni bir entegre sezgisel bulanık grup karar verme yaklaşımı. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10:2 (2022) 643-653.
- [3] K. G. Kurtay, Y. Gökmen, A. Altundaş, H. A. Dağıstanlı, Savunma sanayii projelerinin çok +kriterli karar verme yöntemleriyle önceliklendirilmesi ve karşılaştırılması: karma bir model önerisi. SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, 31:1 (2021), 1-24.
- [4] F. Kas Bayrakdaroğlu, N. Kundakçı, Bulanık EDAS yöntemi ile AR-GE projesi seçimi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 24 (2019) 151-170.
- [5] Xiaoxia Duan, A sustainability-based multi-criteria decision approach for information systems project selection. The Electronic Journal of Information Systems Evaluation Volume 22 :2 (2019).
- [6] B. Karaman, H. Çerçioğlu, 0-1 hedef programlama destekli bütünleşik AHP – VIKOR yöntemi: hastane yatırımı projeleri seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30: 4 (2015)

- [7] Cheng, W. L Eddie, Li, Heng, Analytic Network Process Applied to Project Selection. *Journal of Construction Engineering and Management*, (2005) 459 – 466.
- [8] M. Hamurcu, H. M. Alağaç, T. Eren, Raylı sistem projelerinin seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı. *Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, 2016.
- [9] Gökşen, E. Çevik, Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde AHP-VIKOR entegrasyonu ile bir kds önerisi. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 2016 ,7(2), 219-235.
- [10] F. Y. Kalende, F. Aygün, Promethee sıralama yöntemi ile yatırım projesi değerlendirme ve üretim sektöründe uygulanması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 9:2 (2019) 183-208.
- [11] M. Taş, Ş.N. Özlemiş, M. Hamurcu, T. Eren, Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2:2 (2017) 24-34.
- [12] B. Uçakcıoğlu, T. Eren, Analitik hiyerarşi prosesi ve VIKOR yöntemleri ile hava savunma sanayisinde yatırım projesi seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2:2 (2017) 35-53.
- [13] C.Gencer, Y. Doğan, Projelerin Seçiminde Metodolojik Bir Yaklaşımın DPT Projelerine Uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5:1 (2003) 55-71.
- [14] Y. Çelikkilek, M. Özdemir, Çok kriterli karar verme yöntemleri, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2018.
- [15] İ. Duzdar Argun, E. Acar, Ar-ge projesi seçim problemi: cam sektöründe bir uygulama. *Endüstri Mühendisliği*, 34:2- (2023) 276-310.
- [16] E. Binici, E. Aksakal, Ar-Ge proje seçim problemine yeni bir yaklaşım ve çözüm önerisi: UTA yöntemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26:1 (2020) 211-226.
- [17] J. Dodangeh, M. Mojahed, R. B. M. Yusuff, Best project selection by using of Group TOPSIS method. *Computer Science and Information Technology- Spring Conference IACSITSC '09*. 2009
- [18] R. Alyamani, S. Long, The Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Sustainable Project Selection. *Sustainability.*; 12:20 (2020) 8314.
- [19] M. Enea, D. Piazza, Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3:1 (2004) 39-62
- [20] Khalili-Damghani, Sadi-Nezhad, A hybrid fuzzy multiple criteria group decision making approach for sustainable project selection. *Applied Soft Computing*, 13 (2012) 339–352.
- [21] T. Yakıcı Ayan, T. Yakıcı Ayan, S. Perçin, Ar-Ge projelerinin seçiminde grup kararına dayalı bulanık karar verme yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26:2 (2012) 237-255.
- [22] P. Amiri, Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications* 37:9 (2010) 6218-6224.
- [23] A. Yıldız, Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14:1 (2014) 115-127.
- [24] G. Baysal Türkölmez, Yazılım projesi seçim probleminde çok amaçlı optimizasyon uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 17:1 (2016) 47-63.
- [25] M. Bellahcene, F.-Z. Benamar, M. Mekidiche, AHP and WAFGP hybrid model for information system project selection. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 12:2 (2020).

- [26] Ş. Gür, M. Hamurcu, T. Eren, Ankara’da Monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23:4 (2017) 437-443.
- [27] M. Hamurcu, T. Eren, Raylı Sistem Projeleri Kararında AHS-HP ve AAS-HP Kombinasyonu. GMBD, 3:3 (2017) 1–13.
- [28] A. Mahmoudi, X. Deng, S. Javed, J. Yuan, Large-scale multiple criteria decision-making with missing values: project selection through TOPSIS-OPA. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12:1 (2021).
- [29] Ö. Yıkıcı, T. Özçelik, Investment project selection with multi criteria decision making techniques in fmcg industry. International Journal of Engineering and Management Research, 13:3 (2023) 116–133.
- [30] M. Hamurcu, T. Eren, Kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi. Engineering Sciences, 13:3 (2018) 217-228.
- [31] C. Taş, N. Bedir, T. Eren, Hm. Alağaç, AHP-TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile poliklinik değerlendirilmesi: Ankara’da bir uygulama. Sağlık Yönetimi Dergisi, 2:1 (2018) 1-17.
- [32] T.L. Saaty, The analytic hierarchy process, New York, McGraw-Hill, 1980.
- [33] C.L. Hwang, K. Yoon, Multiple attribute decision making: methods and applications. Springer-Verlag, New York.,1982.
- [34] Z. Ercan, M. Pınarbaşı, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Biyogaz Enerji Santrali Kuruluş Yeri Seçimi: Ankara İli Polatlı İlçesi İçin Bir Örnek. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 10:2 (2024) 395-408.
- [35] E. Guven, M. Pınarbaşı, H.M. Alakas, T. Eren, Evaluation of natech criteria in organized industrial zones: An application for Kırıkkale province. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 91 (2024) 105379.
- [36] E. Guven, M. Pınarbaşı, H.M. Alakas, T. Eren, Organize Sanayi Bölgeleri’nin Natech Riskine Göre Değerlendirilmesi: Kocaeli İli İçin Bir Örnek. Resilience, 8:1 (2024) 13-30.