

FAYDA- MALİYET YÖNTEMİ İLE FARKLI DEĞERDEKİ PROJELERİN BİR BİRLERİNİ ELEMESİ**MUTUALLY EXCLUSION OF PROJECTS OF DIFFERENT VALUES BY THE BENEFIT-COST METHOD****Dr. Murat KAYA**

ORCID: 0000-0003-4744-4066

Özet

Ekonomi dünyasında bir yatırımın geri kazanımı oldukça önemlidir. İşletmeler yatırım amaçlı uzun vadeli proje hazırlarken, zaman içerisinde değişen ekonomik şartlar, riskler, projeye ait nakit akışları, uygulanacak ıskonto oranı, ekonomik ömür gibi temel kriterleri önceden tahmin etmek isterler. Bu nedenle işletmeler hazırladıkları projeler için aynı ekonomik şartları sağlayabilecek farklı projeler hazırlarlar. Bu projelerin mukayese edilebilmesi için fayda- maliyet tablosu çıkartılarak üstünlükleri açısından değerlendirilir. Bu değerler doğrultusunda birbirlerini eleyerek en doğru projenin seçilmesi sağlanır. Bu çalışmada üç farklı projeye, fayda-maliyet oranı yöntemi uygulanmıştır. Her üç proje için yıllık %10 faiz ve 15 ile 60 yıl ömür arsında sayısal değerler verilmiştir. Projelerin değerlendirilmesi sonucu birbirlerini elemesi sağlanarak, en uygun proje belirlenmiştir. Nakit akışları bugünkü ve yıllık eşdeğere göre hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fayda maliyet oranı, alternatif yatırımların karşılaştırılması, yatırım projeleri

Abstract

The recovery of an investment is very important in the world of economy. While businesses are preparing long-term projects for investment purposes, basic criteria such as changing economic conditions, risks, cash flows of the project, discount rate to be applied, economic life should be estimated in advance. For this reason, businesses prepare different projects that can provide the same economic conditions for the projects they prepare. In order to compare these projects, a cost-benefit table is prepared and evaluated in terms of their advantages. In line with these values, it is ensured that the most correct project is selected by eliminating each other. In this study, the cost-benefit ratio method was applied to three different projects. For all three projects, 10% annual interest and numerical values between 15 and 60 years of life are given. As a result of the evaluation of the projects, the most suitable project was determined by eliminating each other. Cash flows are calculated based on present and annual equivalents.

Keywords: Benefit-cost ratio, comparison of alternative investments, Investment projects.

1. GİRİŞ

Ekonomi değerlendirme metotları, gelecek açısından belirsiz ve değişken iş akışıyla ilgili kararları almak için kullanılır. Bu metotlar, talep, fiyatlandırma, maliyet, üretim, rekabet, milli

projeler gibi konularla ilgilenir. Mühendislik ekonomisi bir projede zaman içerisinde ortaya çıkan maliyetleri ve kar'ları arasındaki dengesizliklerin değerlendirilmesini içeren hesaplamalar yapılarak kararların alınmasını sağlar. Bir projenin kabul edilebilir minimum cazip getiri oranı (MCGO) doğru bir şekilde belirlenmiş ise faiz oranı, yıllık ödeme miktarı, gelecekteki değer yöntemi veya bugünkü değer yöntemine göre seçilebilir. Farklı nakit akışı bulunan birçok projeden en kazançlısından birini belirlemek, yani bir proje bir diğerini elemesini gerektirecektir. Bir birlerini eleyen projelerin değerlendirmesinde bilim adamları tarafından birçok çalışmalar yapılmıştır, Kalter (1969). Knetsch (1969). Krutilla (1961). Maass (1966).

1.1.Literatür çalışması

Pavelis (1971) çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bireysel kaynak geliştirme faaliyetlerinin projelerini ve programların yapmıştır. Yapılan projelerin karşılaştırılmasını "fayda-maliyet oranları" kapsamında değerlendirmiştir.

Harold (1982) çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri'nde tarım arazilerinde farklı ürün ekimlerinin projesini geliştirmiştir. Tarımsal kullanım için fayda-maliyet oranları açısından yatırımın getirisini irdelemiştir.

Bir başka kamu projelerinde uygun projenin belirlenmesinde Fayda Maliyet analizi çalışması Aktan (2019) yapmıştır.

Zhang (2020) Çalışmasında çok uzun köprü halatlarının fayda maliyet açısından uygun yapı malzeme hesabı yapmıştır. En uygun güvenilir indeksi belirlemiştir.

Frej (2021) Fayda-maliye tabanlı bir model geliştirmişlerdir.

Zhou (2019) Bir petrol rafinerisi tesisatına üç farklı gaz detektörü alımında fayda maliye analiz yapılarak doğru yatırım kararının alınması sağlanmıştır.

Paulo S. (1994) Çalışmasında sermaye bütçelemesinde, birbirini dışlayan projeleri, net bugünkü değer ve iç getiri oranı kriterlerine göre değerlendirmiştir. Projelerin sıralanmasında ise net bir sonuca ulaşabilmek için Fisherian analizini kullanmıştır. Birbirini dışlayan projelerde çelişkili durumlar ise ilk harcama ve proje ömründeki farklılıklar, nakit akışlarının zamanlamasındaki farklılıklar, yeniden yatırım oranı varsayımı gibi özelliklerdir. Bu özellikleri Fisherian analizi ile netleştirmiştir.

Kalhofer C., (2010) çalışmasında sermaye bütçelemesinde kullanılan yöntemlerden net bugünkü değer ile iç getiri oranı arasındaki farkları analiz ederken örnek olarak bir birini eleyen projeler üzerinde çalışmalar yapmıştır.

Milanesi G., (2015) ve arkadaşları çalışmalarında nakit akışı net bugünkü değer metodunu kullanarak, ortalama dahili getiri oranı (AIRR) hesaplamalarında, birbirini dışlayan projelerin değerlendirilmesini yapmışlardır.

2. FAYDA- MALİYET ORANI

Fayda-maliyet oranı, önerilen bir projenin maliyetleri ve faydaları arasındaki genel ilişkiyi özetlemek için kullanılan bir analiz oranıdır. Fayda-maliyet oranları yeni bir proje karar aşamasında iken paranın genel değerini analiz etmek için kullanılır. Ancak büyük projeler için maliyet-fayda analizlerini doğru yapmak zor olabilir, çünkü ölçülmesi zor olan birçok varsayım ve belirsizlik olabilir. Bu varsayımlar göz önüne alındığında genellikle çok çeşitli fayda-

maliyet oranı sonuçları belirlenmektedir. Fayda-maliyet oranlarının birincil sınırlaması, bir yatırımın başarısı veya başarısızlığı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler iyi değerlendirilmez ise öngörülen proje değeri düşük bir değere indirgeyebilir. Proje oranları için sadece 1.0'ın üstünde başarı ve 1.0'ın altında zarar anlamına gelen bir kurala uymak yanıltıcı olabilir. Fayda-maliyet oranları, iyi tahlil edilmiş, doğru bir karara varmak için diğer analiz türleriyle birlikte bir araç olarak kullanılmalıdır.

Hangi sektörde olursa olursun bir projenin değerlendirilmesinde, paranın zaman değeri, projenin başlangıcından sonra meydana gelen nakit akışlarının zamanlamasını hesaba katar. Böylece, gerçekte F-M oranı indirimli faydaların indirimli maliyetlere oranını oluşturur. Uygulamalarda birçok proje bulunuyor ise F-M oranı yöntemi ile birbirini eleyen projeleri (BEP) karşılaştırırken hangi projenin en iyi olduğu belirlenmiş olur. Burada hem bugünkü değer hem de yıllık eşdeğer yöntemleri kullanılarak proje değerlendirmesi yapılmıştır. Hesaplamalarda belirli bir faiz oranı kullanılmıştır.

$$F - M = \frac{\text{BD göre proje faydaları}}{\text{BD göre projenin toplam maliyeti}} = \frac{\text{BD (fayda)}}{\text{IY - BD (Hu) + BD (Q M)}} \quad (1)$$

Geliştirilmiş olarak kullanılan BEP F-M oranının belirlenmesi

$$F - M = \frac{\text{BD (fayda) - BD (Q M)}}{\text{IY - BD (Hu)}} \quad (2)$$

Burada

BD: Bugünkü değer

IY: İlk yatırım tutarı

Hu: Hurda değer

QM: İşletim ve bakım maliyeti

Denklem (1) den F -M oranı 1,0'dan büyük veya eşit olduğunda proje kabul edilebilir. Ayrıca yıllık eşdeğer bakımından da hesaplanabilir. Genel olarak, birbirini eleyen projeler (BEP) de, yıllık faydaların, yıllık bakım onarım gideri ile ilk yatırımın yıllık eşdeğer maliyet toplamına oranı ile F-M oranı belirlenir.

$$F - M = \frac{\text{A göre proje faydaları}}{\text{A göre projenin toplam maliyeti}} = \frac{\text{A (fayda)}}{\text{YM + A (Q M)}} \quad (3)$$

Birbirini eleyen projeler (BEP) de, F-M oranının belirlenmesi ise yıllık faydalardan, yıllık bakım onarım gideri farklarının, ilk yatırımın yıllık eşdeğer maliyetine oranı ile belirlenir.

$$F - M = \frac{\text{A (fayda) - A (Q M)}}{\text{YM}} \quad (4)$$

YM: ilk yatırımın yıllık eşdeğer maliyeti

A: yıllık eşdeğer

F-M oranları, bir projenin kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde aynı sonuçları verecektir (yani, $F-M \geq 1.0$ veya $F-M < 1.0$). Geleneksel F-M oranı, hem bugünkü değer hem de yıllık eşdeğer bakımından aynı sonuçları verecektir. F-M oranları geleneksel ve geliştirilmiş F-M oranları arasında farklılık gösterecektir. Bu fark esasen F-M oranının hem payından hem

de paydasından işletim ve bakım maliyetlerinin yıllık eşdeğer ölçüsünün çıkarılmasından kaynaklanmaktadır. Proje kabul edilebilirliği, geleneksel ve geliştirilmiş F-M oranı seçiminden etkilenmez. Matematiksel olarak $F-M > 1,0$ durumu için aşağıdaki gibi ifade edilir. Şayet

$$F - M = \frac{N}{D} \geq 1.0 \quad (5)$$

$$\text{Şayet } N \geq D \quad \text{ve} \quad [N - QM] \geq [D - QM], \quad \text{sonra} \quad \frac{N - QM}{D - QM} \geq 1.0 \quad (6)$$

N: Geleneksel F-M oranının payı

D: Geleneksel F-M oranının paydası

F-M oranı analizlerinde zararların ve belirsiz nakit akışların olması durumunda, faydaların artırılması veya maliyetlerin azaltılması gibi iki alternatif karşımıza çıkmaktadır. İlkinde eğer kamu projesi ise zararlılık durumu ortaya çıkar. İkincisinde yıllık işletme ve bakım maliyetlerinin yüksek olan proje yerine daha düşük maliyetli proje tercih edilir.

2.1. Fayda Maliyet Oranındaki Faydalar

Geleneksel fayda maliyet (F-M) oranında faydaları dahil etmek için iki farklı yaklaşım uygulanır. Yıllık eşdeğer A'nın, faydalarından zararların farkının, toplam yıllık eşdeğer maliyet oranı ile belirlenir,

$$F - M = \frac{A (\text{fayda}) - A (\text{zarar})}{A (\text{maliyet})} = \frac{A (F) - A (Z)}{YM + A (QM)} \quad (7)$$

diğeri ise yıllık eşdeğer A'nın faydalarının, zararın ve maliyet toplamına oranı ile belirlenir.

$$F - M = \frac{A (\text{fayda})}{A (\text{maliyet}) + A (\text{zarar})} = \frac{A (F)}{YM + A (QM) + A (Z)} \quad (8)$$

F: fayda

Z: zarar

2.2. Fayda Maliyet Analizlerinde Azaltılmış Maliyetlere Karşı ilave Faydalar

Fayda-maliyet (F-M) oranı hesaplanırken, belirli nakit akışları yıllık arttırılmış fayda veya azaltılmış maliyetler (W) olarak sınıflandırılır. W'ek bir yıllık arttırılmış olarak kabul edildiğinde

$$F - M = \frac{F + W}{M} \quad (9)$$

İkinci bir alternatif için W yıllık azaltılmış maliyet olarak kabul edildiğinde

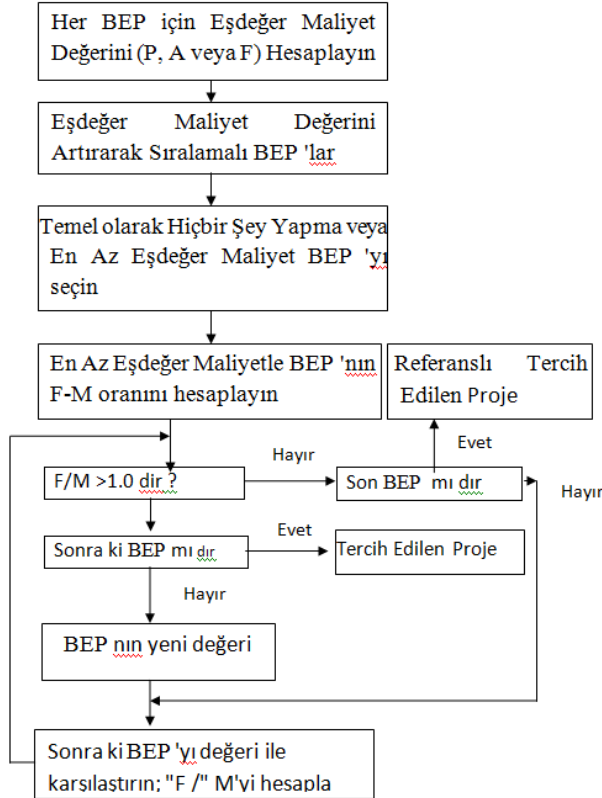
$$F - M = \frac{F}{M - W} \quad (10)$$

Her iki durumda da $F - M \geq 1.0$ ise proje kabul edilebilir.

3. BİRBİRİNİ ELEYEN PROJELER

Birbirini eleyen projeler (BEP) arasından seçim yapmak için yıllık eşdeğer bir yöntem kullanırken, en iyi proje bugünkü değer (BD), yıllık eşdeğer (A) veya gelecek (F_t) maksimize ederek seçilebilir. F-M oranı yöntemiyle karşılaştırılırken, ilk olarak toplam eşdeğer maliyet

değerini artırma sırasına göre sıralanırlar. F-M oranı en düşük eşdeğer maliyete sahip proje için hesaplanır. Bu proje için F-M oranı 1.0'a eşit veya daha büyük ise o zaman bu proje son değer olur. Daha sonra bir sonraki en düşük eşdeğer maliyet projesi seçilir ve bu proje ilgili faydaları ve maliyetlerinde ki fark (Δ) ile en düşük değeri olur. Artan bir F-M oranını ($\Delta F/\Delta M$) hesaplamak için kullanılır. Bu oran 1.0'a eşit veya daha büyük ise daha yüksek eşdeğer maliyet projesi elde edilen son değer olur. Artırımlı F-M oranları, son proje karşılaştırılana kadar her bir ardışık olarak daha yüksek eşdeğer maliyet projesi belirlenir. Bu işlemin akış şeması, Şekil 1. de yer almaktadır.



Şekil 1. Farklı Değerdeki Projelerin Birbirlerini Eleme Akış Şeması.

Üç farklı A_p , B_p , C_p , projeleri, birbirlerini eleyen proje kapsamında değerlendirilmeleri formülize edilir ise

Bugünkü değer yöntemine göre A_p projesi için

$$BD_A(\text{maliyet}) = \text{Sermaye} + \text{İşletme gideri } (P/A, \% i, n) - \text{Satış değeri } (P/F, \% i, n)$$

yazılır. Burada i ' yıllık faiz oranı, n ' ise projenin ömrüdür. Bugünkü maliyet değeri (BD_A) için bugünkü sermaye'ye ömür boyunca (n) yıllık işletme gideri (A) nın ilave edilmesi ve n ' yıl sonra gelecekteki satış değeri (F_t)'nin bugünkü değerinin çıkartılması ile A_p ' projesinin bugünkü maliyeti (BD_A) belirlenmiş olur.

Benzer şekilde B_p ve C_p projeleri içinde aynı hesaplamalar yapılır.

Her üç projede fayda noktasında yıllık karı

$$BD_A(\text{Fayda}) = \text{Yıllık kar} \times (P/A, \% i, n)$$

ile hesaplanır, yine B_p ve C_p projeleri de aynı yıllık karı belirlenir.

Daha sonra projelerin birbirlerini eleme açısından değerlendirildiğinde A_p projesi için

$$F - M = \frac{BD(\text{fayda } A_p)}{BD(\text{maliyet } A_p)} \quad (11)$$

hesaplanır ve 1.0 den büyük olup olmadığına bakılır. Büyük ise A_p projesi kabul edilir. İkinci olarak $\Delta F/\Delta M$ oranını belirlemek için A_p ve B_p projeleri farkı alınarak hesaplanır. Yıllık işletme ve bakım maliyetleri de hesaba katılır.

$$\Delta F/\Delta M, \quad (B_p - A_p) = \frac{BD(\text{fayda } B_p) - BD(\text{fayda } A_p)}{BD(\text{maliyet } B_p) - BD(\text{maliyet } A_p)} \quad (12)$$

hesaplanır ve 1.0 den büyük olup olmadığına bakılır. Büyük ise B_p projesi kabul edilir. Üçüncü olarak $\Delta F/\Delta M$ belirlemek için A_p ve C_p projeleri artan faydalar ve artan maliyetler farkı alınarak

$$\Delta F/\Delta M, \quad (C_p - A_p) = \frac{BD(\text{fayda } C_p) - BD(\text{fayda } A_p)}{BD(\text{maliyet } C_p) - BD(\text{maliyet } A_p)} \quad (13)$$

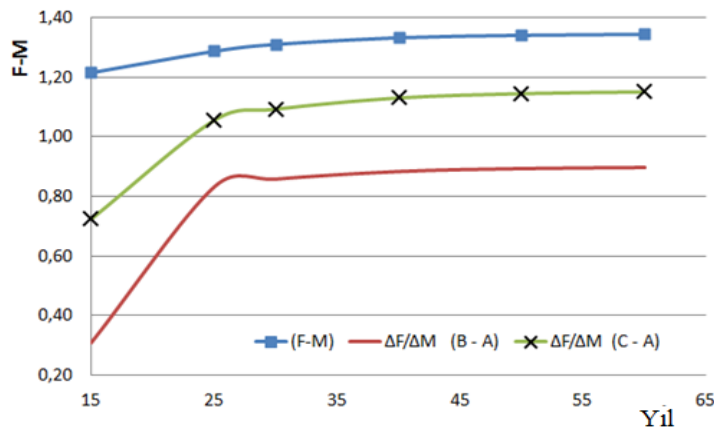
hesaplanır ve 1.0 den büyük olup olmadığına bakılır. Her üç proje mukayese edilir.

4. ÜÇ FARKLI A, B, C, PROJELERİ İÇİN SAYISAL BİR ÖRNEK

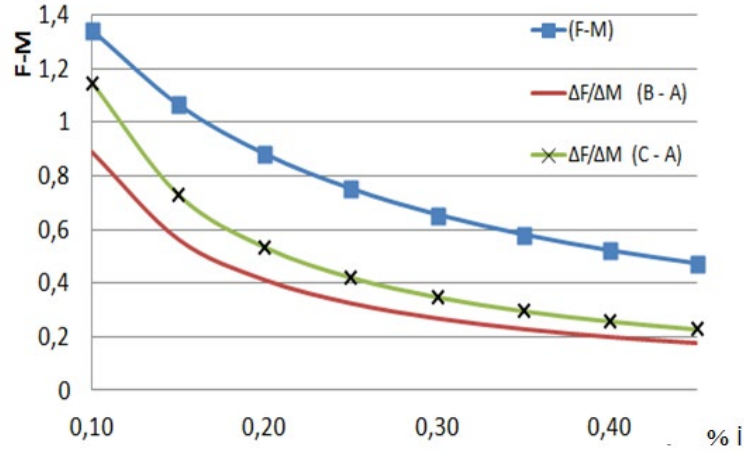
Tablo 1. Üç Farklı Projenin Nakit Akışları

	A Projesi	B Projesi	C Projesi
Sermaye yatırımı (TL)	12750	15000	18000
Yıllık işletme ve bakım maliyetleri (TL)	1125	1090	1050
Satış değeri (TL)	1875	2625	3000
Yıllık kar (TL)	3225	3400	3750

Birbirini eleyen her proje için Excel'de bir program yapılmıştır. Bu sayısal değerler sonucunda grafikler elde edilmiştir.



Şekil 2. Farklı yıllara ait yıllık faiz % 10 göre üç farklı proje değerlendirilmiştir. Burada proje ömürleri 15 yıl ile 60 yıl arasında bakıldığında A_p projesi diğer iki projeyi elemektedir ve A_p kabul edilmelidir.



Şekil 3. Proje ömürleri 50 yıl kabul edilmiş ve farklı yıllık faiz oranlarında değerlendirildiğinde A_p projesi diğer projeleri elemektedir. C_p ve B_p kıyaslandığında C_p projesi B_p ' yi elemektedir.

5. SONUÇ

Herhangi bir yatırım mutlaka proje kapsamında gerçekleştirilmelidir. Yatırımlar için kaynakların çeşitliliği, uzun vadeli oluşları ve sürekli değişen ekonomik şartlar, yatırım projesini birkaç alternatifli hazırlanmasını gerektirmektedir. Hazırlanmış olan bu projeler birçok analizlerden geçirilerek hangisinin daha avantajlı olduğu belirlenir. Burada fayda-maliyet oranı doğrultusunda, üç adet proje hesaplamalar sonucu kıyaslanarak, bir birini eleme yöntemi ile en avantajlı projelerden biri belirlenmiştir. Çalışmada; proje ömürleri 15 yıl ile 60 yıl arasında bakıldığında A_p projesi diğer iki projeyi elemektedir. Yine projelerin ekonomik ömürleri 50 yıl sabit olmak şartıyla hangi yüzde faiz uygulanırsa uygulansın A_p projesi diğer projeleri elemektedir. Her ne olursa olsun projelerin fayda maliyet analizinde toplam faydaların toplam maliyetten fazla olması gerekir. Bu nedenle projelerin ilk aşamasında uygulanabilirliği hesaplamalarla netleştirilmesi gerekir. Projelerin eleme yöntemi ile bir birine olan üstünlüklerinin belirlenmesi ile doğru projenin seçilmesi sağlanır. Bu doğru seçim maliyeti azaltacak ve karı yüksek tutacaktır.

KAYNAKÇA

AKTAN C. C., SAKAL, M. (2019). Kamu Yatırım Projelerinde Fayda Maliyet Analizi. Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute, <https://doi.org/10.30794/pausbed.506558> (21.04.2020)

FREJ E. A., EKBEL P., ALMEIDA A. T. (2021). A Benefit-To-Cost Ratio Based Approach For Portfolio Selection Under Multiple Criteria With Incomplete Preference Information. *Information Sciences*, Volume 545, Pages 487-498 <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.08.119> (02.05.2020)

GASTÓN MÍLANESÍ, GABRIELA PESCE VE EMÍLIO EL ALABÍ. (2015) 'A Measurement of Return for Mutually Exclusive Project under Ambiguity: Fuzzy Average Internal Rate of Return (FAIRR)' *Research & Reviews: Journal of Statistics and Mathematical Sciences*, Volume 1 Issue 1, June-July, 2015

GEORGE A. PAVELIS (1971). The Benefit-Cost Ratio in Resource Development Planning, *Journal Of Agricultural And Applied Economics* Volume 3, Issue 1. Pp. 161-166

<https://doi.org/10.1017/S0081305200010281> (21.04.2020)

HAROLD B. JONES J.(1982). 'Benefit-Cost Ratios And Return On Investment For Agricultural Utilisation Research In The United States' *Agricultural Administration*, Volume 10, Issue 3, July 1982, Pages 165-180 [https://doi.org/10.1016/0309-586X\(82\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0309-586X(82)90015-2) (10.05.2020)

KALHOEFER C.,(2010) 'Ranking Of Mutually Exclusive Investment Projecrs-How Cash Flow Differences Can Solve The Ranking Problem' *Investment Management and Financial Innovations*, Volume7, Issue 2. 2010

KALTER, ROBERT J., LORD, W. B., ALLEE, D. J., CASTLE, E. N., KELSO, M. M., BROMLEY, D. W., SMITH, S. C., CIRIACY-WANTRUP, S. V. AND WEISBROD, B. A. (1969). Criteria for Federal Evaluation of Resource Investments," *Water Resources and Marine Sciences Center*, Cornell University.

KNETSCH, JACK L., KNETSCH, J. L., HAVEMAN, R. H., HOWE, C. W., KRUTILLA, J. V., AND BREWER, M. F.(1969). "Federal Natural Resources Development: Basic Issues in Benefit and Cost Measurement," *Natural Resources Policy Center*, The George Washington University.

KRUTILLA, J. V. (1961). *Welfare Aspects of Benefit-Cost Analysis*, Resources for the Future, Inc., Reprint No. 29.

MAASS, A. (196). *Benefit-Cost Analysis: Its Relevance to Public Investment Decisions*," *Quarterly J. Econ.*, Vol. LXXX, pp. 209–226.

PAULO S.,(1994) 'Mutually exclusive capital projects: A critique of Fisherian analysis' March 1994, *South African Journal of Business Management* 25(1):47-51

ZHANG Z. ZHANG Z., LI W., DING Z., WU X. (2020). An Approach To The Selection Of Target Reliability Index Of Cable-Stayed Bridge's Main Girder Based On Optimal Structural Parameter Ratio From Cost-Benefit Analysis. *Structures* Volume 28, December 2020, Pages 2221-2231 <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.10.046> (15.05.2020)

ZHOU C., ZHANG B., MU C., CHU Z., SUN L., (2019). Multi-Objective Optimization Considering Cost-Benefit Ratio For The Placement Of Gas Detectors In Oil Refinery Installations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Volume 62, 103956 <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2019.103956> (08.05.2020)